

涂层篷盖布的耐热性研究

张小燕,汪进前,盖燕芳,张钟楷,许淑民

(浙江理工大学先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室,杭州 310018)

**摘 要:**对聚丙烯酸酯(PA)、聚氨酯(PU)、聚氯乙烯(PVC)3 种不同的涂层篷盖布进行热老化处理,探讨其耐热性能的变化。研究表明:a)随着温度的升高、时间的延长,3 种涂层织物的强力均有不同程度的下降,强力下降程度依次为:PVC 涂层,PU 涂层,PA 涂层;b)在 175℃条件下,随着时间的延长,3 种织物的质量均越来越轻,其中,PA、PU 两种涂层篷盖织物的质量变化不太明显,PVC 涂层篷盖织物的质量损失较为明显;c)PA、PU 涂层篷盖布的耐热性优于 PVC 涂层篷盖布;d)热处理后,PA、PU 涂层织物表面变得相对光滑平整,PVC 涂层织物表面出现微小孔洞,涂层颗粒明显。

**关键词:**篷盖布;力学性能;质量损失;热降解;涂层表面形态  
**中图分类号:** TS106. 64      **文献标识码:** A

0 引 言

篷盖布在产业用纺织品中占有较大的比重,主要应用于铁路、船舶、汽车运输中的货物及港口、码头、露天仓库等储备的物资的遮盖。随着经济的迅速发展和工业化进程的加快,篷盖布品种的多样性和使用的广泛性得以提升,篷盖布逐渐进入社会的各个领域,大量应用于农业、工业、交通运输业等<sup>[1]</sup>。篷盖布不仅在国内应用广泛,而且也出口到国外。2010 年我国篷盖布出口金额达到 5 482. 3 万美元,同比增幅达到 43. 24%<sup>[2]</sup>。

篷盖布在使用过程中暴露于大自然环境中,在阳光、水分、空气、热量、应力等的作用下随着时间的延长会发生老化(主要是表面涂层发生老化),缩短

材料的使用寿命<sup>[3]</sup>。篷盖布经老化后,其性能的变化是人们比较关心的问题。目前,评价涂层篷盖布的老化试验方法主要有两种:自然大气曝露和人工加速老化。

本文通过研究涂层篷盖布热处理前后的力学性能、质量损失、涂层表面形态的变化,来客观评价不同涂层篷盖布的耐热性能,为正确评价涂层篷盖布的耐老化性提供参考。

1 实 验

1. 1 实验原料

聚丙烯酸酯(PA)、聚氨酯(PU)、聚氯乙烯(PVC)3 种涂层篷盖布(浙江东海翔集团有限公司提供)。织物规格如表 1 所示。

表 1 3 种试样主要规格参数

试样名称	基布原料	基布组织	厚度/mm	克重/(g/m <sup>2</sup> )	经纱线密度/tex	纬纱线密度/tex	经密/(根/10cm)	纬密/(根/10cm)
PA 涂层	涤纶低弹丝	平纹	0. 11	175	35. 7	34. 3	250	180
PU 涂层	涤纶低弹丝	平纹	0. 13	200	35. 7	34. 3	250	180
PVC 涂层	涤纶低弹丝	平纹	0. 20	272	35. 7	34. 3	250	180

注:3 种涂层篷盖布的基布相同。

1.2 测试仪器

DHG-914385 电热恒温鼓风干燥箱(上海新苗器械制造有限公司)、YG065 型织物强力仪(山东莱州电子仪器有限公司)、JSM-5610 扫描电子显微镜(日本电子公司)、Pyris-1 热重分析仪(美国 Perkin-Elmer 公司)等。

1.3 热处理

按照 FZ/T01008—1991 标准,将试样放在 DHG-914385 型电热恒温鼓风干燥箱中,进行加速热老化处理。为了探讨热老化过程中温度和时间对试样性能的影响,分别选用热处理温度 85、125、175℃,热处理时间 1、3、5、7 d<sup>[3]</sup>。

1.4 测试方法

1.4.1 力学性能测试

各选取 10 块试样,在温度(20±2)℃,相对湿度 62%~68%的试验用标准大气下调湿 24 h,按照 GB/T3923.1—1997 及 GB/T3917.2—1997 标准,采用 YG065 型电子织物强力仪测试织物的拉伸断裂强力和撕裂强力<sup>[4]</sup>。

1.4.2 质量损失分析

各选取 20 块试样,置于标准大气中调湿 24 h 后在 BS110S 型电子天秤上称重,记录每块试样的质量;经热处理后,将老化后的试样在标准大气中调

湿 24 h 后称重并记下其质量。

1.4.3 TG 热分析

采用 Pyris-1 热重分析仪测试,微天平灵敏度为 0.1 μg,温度范围为室温至 650℃,升温速率为 20℃/min,氮气流量为 20 mL/min,每个试样测量 3 次,取平均值。

1.4.4 SEM 分析

对热处理后的涂层篷盖布进行制样并镀金,采用 JSM-5610 扫描电子显微镜,分辨率为 3.0 nm,加速电压为 20 kV,观察涂层篷盖布热处理前后的涂层表面形态。

2 结果与分析

2.1 热处理后篷盖布力学性能分析

2.1.1 篷盖布的拉伸性能

从图 1 中看出,在 175℃热处理条件下,随着时间的延长,3 种涂层织物的经纬向断裂强力均呈下降趋势。 $t \leq 3$  d 时,3 种涂层织物的断裂强力损失较大, $t \geq 3$  d 后,断裂强力下降趋势趋于平缓。从图 2 中看出,随着热处理温度的升高,3 种涂层织物的经纬向断裂强力均呈下降趋势。当温度高于 125℃后,PU 涂层织物经纬向断裂强力下降较明显。

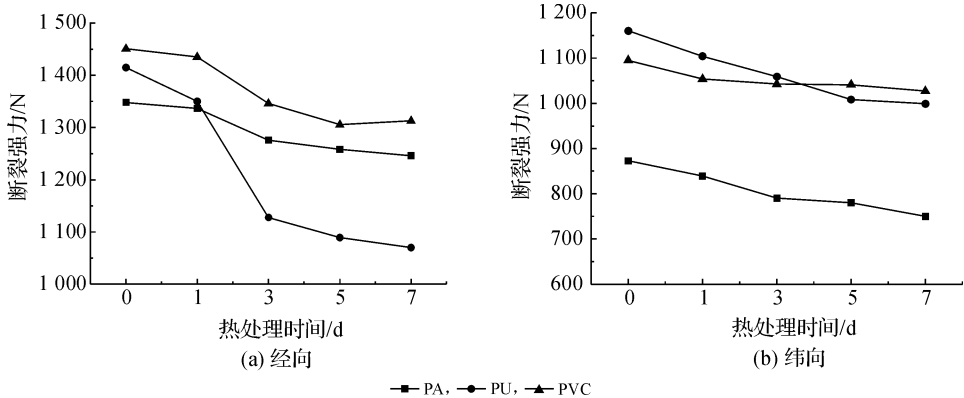


图 1 175℃热处理后断裂强力与热处理时间的关系

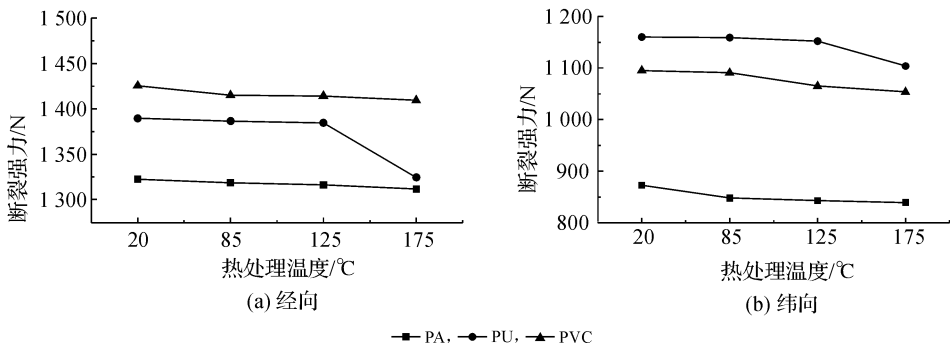


图 2 处理 1 d 后断裂强力与热处理温度的关系

究其原因,在高温下,随着热处理时间的延长,PA、PU 涂层中的助剂逐渐挥发,涂层剂对于基布纤维的覆盖程度大大降低,涂层剂部分发生固化,涂层变硬,高分子膜的强度下降<sup>[5-6]</sup>。对 PVC 涂层织物而言,聚氯乙烯的热稳定很差,在 100℃ 受热就开始分解,释放出 HCl 气体加速大分子链的交联和链剪切反应<sup>[7]</sup>,导致聚合物迅速降解。同时当温度介于 125~175℃ 之间时,正处于涤纶的玻璃化温度和软化点温度之间,使得纤维非结晶区内的分子链段能运动,结晶区内的分子链段不能运动,涤纶纱线的力学性能逐步下降<sup>[8]</sup>。

2.1.2 篷盖布的撕裂性能

从图 3 中看出,在 175℃ 热处理条件下,随着时间的延长,3 种涂层织物的经纬向撕裂强力均呈下降趋势。 $t \leq 3$  d 时,3 种涂层织物的撕裂强力下降较大,PVC 涂层织物的撕裂强力下降尤为明显, $t \leq 1$  d 时,其经纬向撕裂强力值分别下降了 30.62%、33.85%。从图 4 中看出,随着热处理温度的升高,3

种涂层织物的经纬向撕裂强力均呈下降趋势。

究其原因,在高温下,随着热处理时间的延长,PA、PU 涂层剂更深地进入涤纶纱线的空隙中,增加了纱线的固结点,纱线和纤维间的摩擦阻力的增加不利于纱线间的滑移,涂层织物撕裂时受力三角区减小,织物中纱线的受力根数减少,从而降低了涂层织物的撕裂强力。对 PVC 涂层织物而言,随着 PVC 涂层膜中增塑剂的挥发,产生的白色烟雾(增塑剂颗粒)不能及时排出去,部分增塑剂会从织物表面进入纱线及纱线内纤维间,降低了聚合物大分子间作用力,提供大分子链段运动空间<sup>[7]</sup>;同时扩散到织物内的树脂限制了纱线和纤维的移动和变形,因此引起撕裂过程中受力三角区的急剧减小,导致织物撕裂强力明显下降<sup>[9]</sup>。

从力学性能考虑,3 种试样的耐热稳定性依次为:PA 涂层,PU 涂层,PVC 涂层。由于 3 种涂层织物的基布一样,在相同的使用条件下,可优先考虑使用 PA 涂层篷盖布。

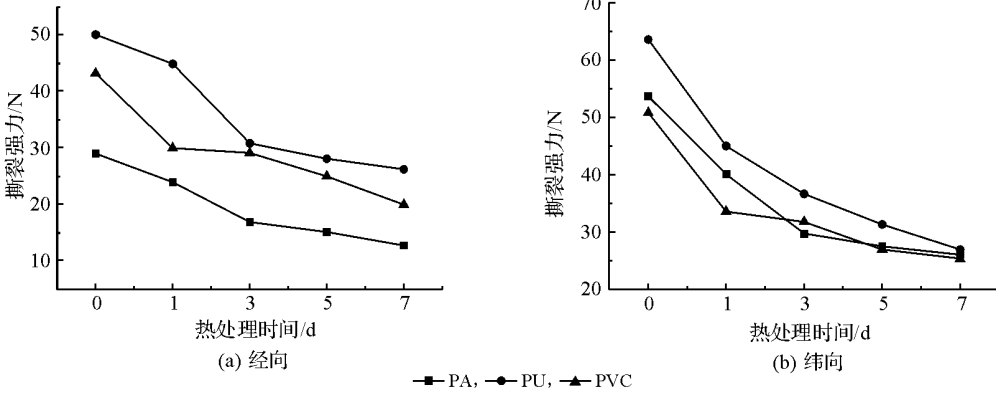


图 3 175℃ 热处理后撕裂强力与热处理时间的关系

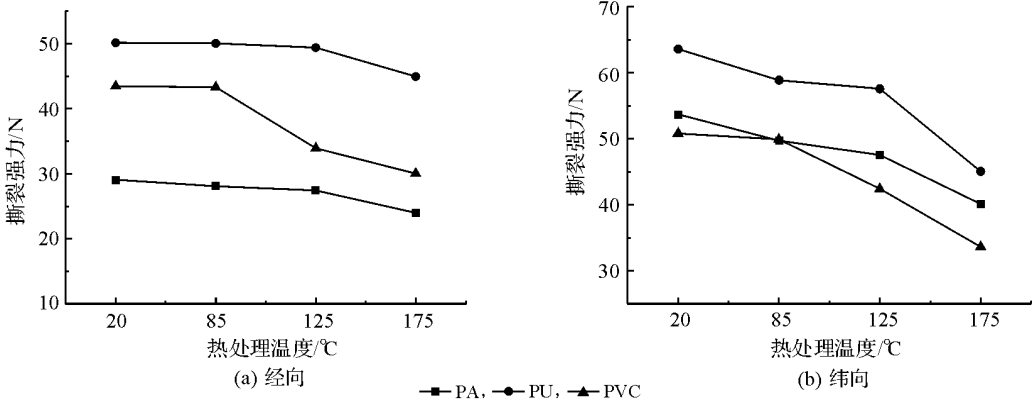


图 4 处理 1 d 后撕裂强力与热处理温度的关系

2.2 篷盖布质量损失分析

从图 5 中看出,在 175℃ 条件下,随着受热时间的延长,PVC 涂层篷盖布的质量损失较为明显,热处理 7 d 后,质量损失了 22.33%;PA、PU 两种涂层

篷盖布的质量变化不太明显,热处理 7 d 后,质量分别损失了 1.375%、0.91%。涂层浆液中含有较多的助剂,在使用过程中,助剂会从织物表面析出,挥发到空气中,而且温度越高,时间越长,挥发越快损

失越多。PA、PU 两种涂层较薄,涂层时浆液已基本渗透进纱线与纱线之间,因此,在高温下,随着时间的延长,挥发的是织物中的水分和表面的涂层剂,因此织物质量损失较小;PVC 涂层中常用的主要增塑剂是邻苯二甲酸二辛酯(DOP),加工聚氯乙烯涂层织物时添加的 DOP 量相当大,一般在 50% 以上<sup>[7]</sup>。聚氯乙烯涂层织物在热处理时极易挥发,并且产生大量烟雾。温度越高,时间越长,DOP 挥发越快、损失越多。随着涂层表面水分及助剂的挥发,涂层颗粒析出,并逐渐脱落。因此 PVC 涂层织物的质量损失较为明显。

从质量损失考虑,3 种试样的耐热稳定性依次为:PU 涂层,PA 涂层,PVC 涂层。由于 3 种涂层织物的基布一样,在相同的使用条件下,可优先考虑使用 PU 涂层篷盖布。

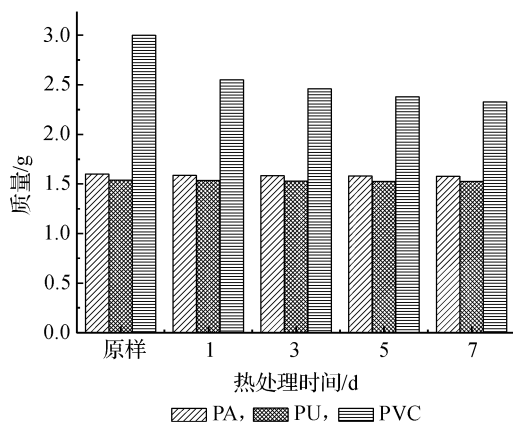


图 5 175℃ 热处理后篷盖布的质量损失变化

## 2.3 TG 热分析

图 6 是 PA、PU、PVC 3 种涂层篷盖布的 TG 对比曲线图。图 6 中,0~200℃ 为试样的干燥阶段。这一阶段的试样质量损失较小,主要是水分的蒸发,包括游离水、物理吸附水、分子中的结晶水和一些易挥发物。

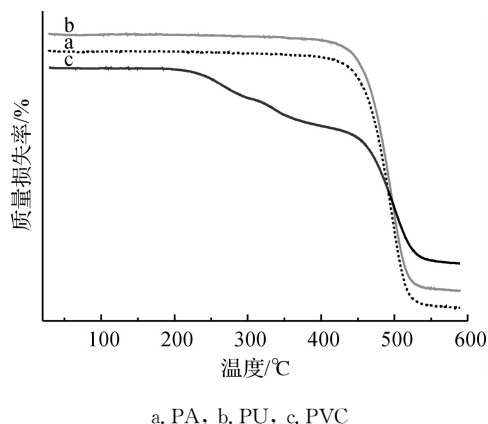


图 6 涂层篷盖布的 TG(DTG) 曲线

图 6 曲线 a 为 PA 涂层篷盖布的 TG 曲线,聚丙烯酸酯在 280℃ 左右开始热分解<sup>[5]</sup>,聚合物中大分子裂解,生成聚丙烯酸酯短链片段,单体挥发,失重加快。当温度达到 400℃ 后,由于涤纶织物的热降解阶段发生在 400~480℃<sup>[8]</sup>,PA 涂层试样急剧失重。聚丙烯酸酯在 450℃ 左右热分解完毕,450~600℃ 阶段的失重主要是涤纶织物及未挥发出去的裂解产物。曲线 b 为 PU 涂层篷盖布的 TG 曲线,聚氨酯在 240~270℃ 开始热分解,聚合物主链上的氨基甲酸酯基断裂,分解生成异氰酸酯和多元醇,然后进一步分解为胺类,烯烃和 CO<sub>2</sub>。一部分二异氰酸酯产物反应形成二酰亚胺。从 340℃ 开始,二酰亚胺又分解生成异氰酸酯。当温度达到 400℃ 左右,聚氨酯已经分解完成<sup>[10]</sup>,400~600℃ 之间主要是基布及残渣裂解阶段。曲线 c 为 PVC 涂层篷盖布的 TG 曲线,PVC 涂层试样的热降解分 3 个阶段:第 1 阶段在 227.95℃ 时开始失重,失重率达 12.06%,PVC 在 210℃ 左右时便开始热分解,释放 HCl 气体,同时增塑剂 DOP 挥发;第 2 失重阶段 322.24~465.46℃,由于在 330℃ 左右时,PVC 大分子链上的多烯烃链段开始碳化<sup>[11]</sup>,导致大量的 HCl 气体释放出来,同时基布开始降解;第 3 阶段当继续升温到 465.46~600℃ 时残留在 PVC 大分子链中的 HCl 会随着大分子链的断裂而释放出来,最终多烯烃链段完全碳化。

从以上分析可以得出,PVC 涂层篷盖布的耐热性较差,这与 2.2 的实验结果一致。由于 3 种涂层织物的基布一样,在相同的使用条件下,可优先考虑 PA、PU 涂层篷盖布。

## 2.4 SEM 分析

图 7 为 3 种涂层篷盖布热处理前后涂层面的扫描电镜照片。

从图 7(a1、a2)看出,热处理前,PA 涂层剂基本覆盖了织物表面,相邻纱线之间紧密粘结在一起,可以看出纱线表面的沟壑。热处理后,涂层膜变薄,涂层剂对于基布的覆盖程度大大降低,纱线表面沟壑减少,出现微量的涂层颗粒,织物表面变得相对平整。

从图 7(b1、b2)看出,PU 未处理涂层面有细小涂层颗粒,涂层剂基本覆盖了纱线之间的空隙,相邻纱线紧密粘结在一起。热处理后,涂层膜变薄,织物涂层面变得平整、光滑、细腻。

从图 7(c1、c2)看出,热处理前,PVC 涂层膜均匀覆盖在基布上,织物表面布满了均衡的沟槽,空隙

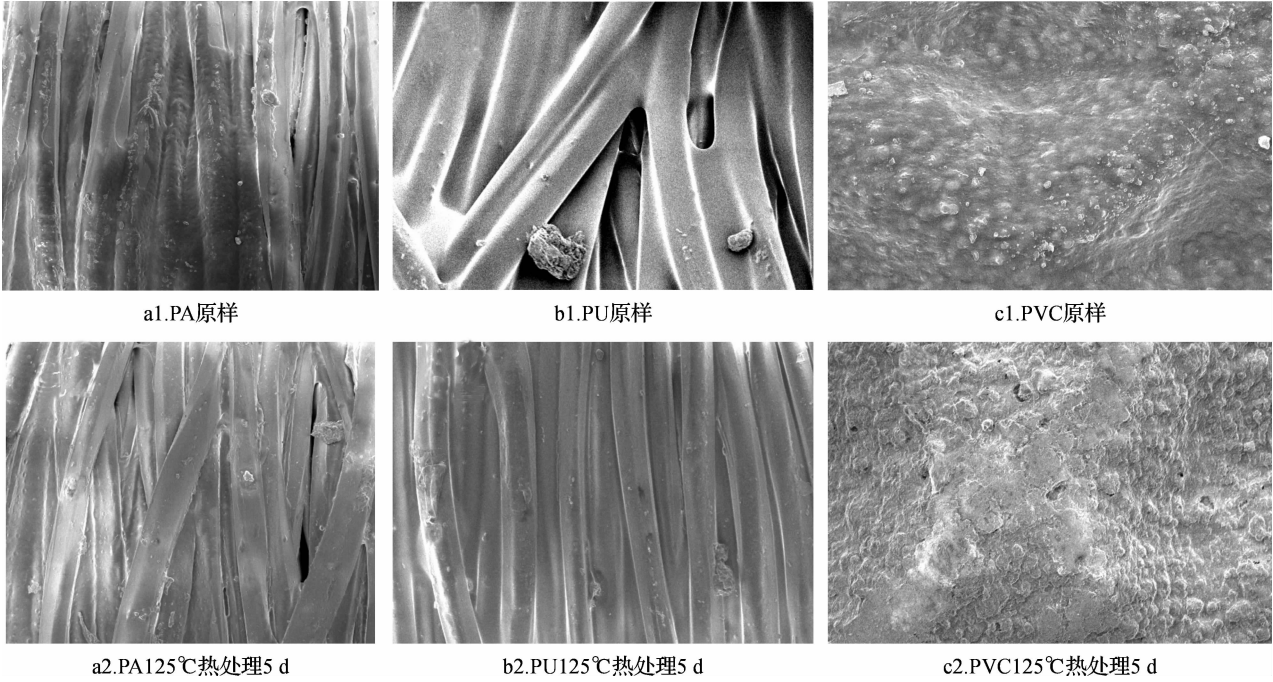


图7 篷盖布热处理前后涂层面 SEM图

比较少,表面比较平整光洁。热处理后,表面的沟槽更加显著,涂层面变得不平整,出现粉末状颗粒及细小的孔隙。

PA、PU、PVC 3种涂层相比较,PVC涂层面变化较大,增塑剂等助剂的挥发直接造成涂层剂颗粒剥落,使涂层面出现明显的孔隙。因此,单从表面形态的变化考虑,PVC涂层篷盖布的耐热稳定性最差。

3 结 论

a)热处理时间与温度是影响涂层篷盖布力学性能的一大因素。随着热处理温度的升高、时间的延长,PA、PU、PVC 3种篷盖布的强力均有不同程度的下降。其中,PVC涂层织物的强力下降尤为明显,PA涂层织物的强力下降较小。

b)在175℃下,随着受热时间的延长,3种织物的质量均越来越轻,其中,PA、PU两种涂层篷盖织物的质量变化不太明显,PVC涂层篷盖织物的质量损失较为明显。

c)PVC涂层篷盖布的耐热稳定性较差,PA、PU涂层篷盖布的热分解温度均高于PVC涂层篷盖布。

d)热处理对于涂层布表面形态有一定的影响:随着热处理温度的升高、时间的延长,PA、PU和PVC涂层剂对基布的覆盖均有不同程度的降低,涂层膜与基布的粘结程度降低,PVC涂层面变化更为

显著,涂层面出现粉末状颗粒及细小的孔隙。

参考文献:

[1] 刘呈坤, 马建伟. 浅论篷盖布的结构与性能要求[J]. 化纤与纺织技术, 2005(3): 38-40.  
[2] 钟新征. 1—4月五类产品出口增长明显[J]. 纺织服装周刊, 2010(23): 32-33.  
[3] 罗瑞林. 织物涂层技术[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2004: 11-435.  
[4] 余序芬. 纺织材料实验技术[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2004: 242-254.  
[5] 王亚强, 李玉平, 张润阳, 等. 纳米 SiO<sub>2</sub>/聚丙烯酸酯复合涂层的热降解[J]. 应用化学, 2006(23): 1327-1331.  
[6] 高晓敏, 刘永华, 杨雪海. 聚氨酯老化及分析表征和模拟研究进展[J]. 高分子材料科学与工程, 2005(9): 33-36.  
[7] 邱文灿, 丁 辛. PVC涂层膜材料老化性能研究的进展[J]. 产业用纺织品, 2009(10): 6-12.  
[8] 蔡再生. 纤维化学与物理[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2004: 257-264.  
[9] 邓新华, 袁晓燕, 孙 元. 聚氯乙烯涂层织物撕破强度研究[J]. 上海纺织科技, 2002, 30(3): 63-66.  
[10] 韩 君, 涂传亮, 贺江平. 水性聚氨酯薄膜的热重分析及热分解动力学研究[J]. 聚氨酯, 2010(7): 64-66.  
[11] 肖 欢. 热塑性聚氨酯弹性体增韧聚氯乙烯的研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2009.

# Research about Garment Sizes Selection System Based on Wavelet Neural Network

*LI Cheng-yi, LUO Rong-lei, SU Chen*

(School of Fashion, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** This paper studies a system about garment sizes selection, proposing a method based on analytic hierarchy process and wavelet neural network. Corresponding to the different varieties of clothing and specific anthropometric data, this paper forms the method of garment size selection. On the basis of the database that contains anthropometric data, weights of the AHP, data of clothing product specifications, and neural network parameters, the paper builds the technology of garment sizes selection, and forms the system using in network. Finally the authors use experiment results to prove its feasibility.

**Key words:** garment size; size selection; analytic hierarchy proces; wavelet neural network  
(责任编辑: 张祖尧)

(上接第 336 页)

# Study on Heat Resistance of Different Coated Fabrics

*ZHANG Xiao-yan, WANG Jin-qian, GE Yan-fang, ZHANG Zhong-kai, XU Shu-min*

(The Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology  
(Zhejiang Sci-Tech University), Ministry of Education, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** The purpose of this paper is to study the heat—resistant quality of fabrics coated by PA, PU and PVC. The study shows : (1) With the increase of temperature and time, the strength of three kinds of coated fabric decline with different degree. Order of them: PVC, PU, PA; (2) With the extention of heated time, the quality of three kinds of coated fabric becomes lighter. The quality change of PA and PU is small, but the quality change of PVC is big; (3) The heat resistance of PA and PU is better than PVC. (4) After heating treatment, PA and PU coating fabric surface becomes relatively smooth; Small holes of PVC coated fabric surface appear and coating particles are obvious.

**Key words:** coated fabric; mechanical properties; mass loss; thermal degradation; surface morphology  
(责任编辑: 张祖尧)