

文章编号 : 0253-9721 (2006) 09-0078-03

防护服用聚四氟乙烯复合膜的结构和性能

黄机质^{1,2}, 张建春³, 王锋⁴

(1. 江南大学 纺织服装学院, 江苏 无锡 214122; 2. 东华大学 纺织学院, 上海 201620;
3. 中国人民解放军总后勤部 军需装备研究所, 北京 100088; 4. 上海新特纺织材料研究中心, 上海 200082)

摘要 为增强防护服用聚四氟乙烯 (PTFE) 复合膜的防护性和弹性, 提出了 PTFE 与热塑性聚氨酯 (TPU) 共同拉伸制备 PTFE/TPU 复合膜的方法。这种方法还避免了 PU 涂层 PTFE 制备复合膜中 PU 溶剂污染环境等不足。采用扫描电镜、万能强力仪和透湿试验装置分别测试了共同拉伸和涂层复合膜的结构、弹性和透湿性。结果表明, 与涂层复合膜相比, 共同拉伸复合膜中的聚氨酯膜上完全没有微孔, 这增强了薄膜制品的防护性和弹性; 共同拉伸膜的透湿量也达到服装舒适性要求。

关键词 防护服; 聚四氟乙烯; 复合膜; 热塑性聚氨酯

中图分类号: TS195.597 文献标识码: A

Structure and properties of polytetrafluorethylene layered membranes for protective clothing

HUANG Ji-zhi^{1,2}, ZHANG Jian-chun³, WANG Feng⁴

(1. Textile and Garment College, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214122, China; 2. College of Textile, Donghua University, Shanghai 201620, China; 3. The Quartermaster Research Institute of General Logistics Department of the CPLA, Beijing 100088, China; 4. Shanghai New & Special Textile Material Research Center, Shanghai 200082, China)

Abstract For improving the protective and stretch recovery properties of micro porous polytetrafluorethylene (PTFE) membrane, a co-stretching of PTFE and thermoplastic polyurethane (TPU) process was proposed, which avoided the problem of environmental pollution from the solvent. The structure, percentage stretch recovery and water vapor transmission quantity of the co-stretched PTFE/TPU layered membrane and PU coated PTFE layered membrane were tested respectively using electron microscope, universal materials testing machine, and the water vapor transmission rate-dish. The test results show that compared with PU coated membrane, the co-stretched membrane has no micropores on its surface, which enhances its protective and stretch recovery properties, while keeping moisture permeable for comfortable wear.

Key words protective clothing; polytetrafluorethylene; layered membrane; thermoplastic polyurethane

聚四氟乙烯 (PTFE) 层压织物是集防水、透湿、防风等性能于一体的高功能织物。其中的 PTFE 微孔薄膜是决定层压织物功能的关键材料^[1,2]。多微孔的 PTFE 薄膜形态结构易受粉尘和汗液中油脂的污染, 堵塞微孔^[3,4], 而且变形回复性较差。在 PTFE 薄膜表面进行聚氨酯 (PU) 涂层形成复合膜, 因 PU 溶剂会污染环境, 并可使织物上的染料剥色。为此, 本文提出 PTFE 与热塑性聚氨酯 (TPU) 共同拉伸制

备 PTFE/TPU 复合膜的方法, 并对比测试结果分析了共同拉伸复合膜和 PU 涂层 PTFE 复合膜的形态结构、透湿性和变形回复性。

1 实验

1.1 PTFE 膜的制备

将乳液聚合的 PTFE 分散树脂粉末 (CDI 23, 日本大金公司) 与作为润滑剂的 20% 煤油混和后挤成

收稿日期: 2005-03-21 修回日期: 2005-10-24

基金项目: 上海市科技型中小企业技术创新基金资助项目 (0352HI222); 东华大学博士创新基金资助项目 (101-06-0019064)

作者简介: 黄机质 (1970-), 男, 讲师, 博士生。主要研究方向为功能服装材料研究与开发。

圆棒形,将其沿长度方向压延几次成薄带,再将薄带在100℃下沿长度方向拉伸,同时去除煤油,形成PTFE纵向拉伸膜,拉伸膜沿着横向拉伸扩幅,再经280℃热定型5s,即形成双向拉伸PTFE微孔薄膜。

1.2 PU涂层PTFE复合膜的制备

将PU树脂逐步加入N,N-二甲基甲酰胺(DMF)溶剂和辅助溶剂中,搅拌配制成40%的溶液。之后加稀释剂稀释为含固量25%的聚氨酯涂层溶液。使用刮刀将PU溶液涂覆在PTFE微孔膜表面,之后于80℃下烘干7min,再在150℃的温度下烘干10min。

1.3 PTFE/TPU共同拉伸膜的制备

将美国诺誉公司生产的牌号为58245的TPU颗粒通过流延挤出到PTFE纵向拉伸膜上,经压合后形成PTFE/TPU复合基带,将其横向拉伸扩幅,再将PTFE侧面在表面温度280℃的不锈钢板上热定型5s,即形成PTFE/TPU共同拉伸膜。

2 结果与讨论

2.1 薄膜形态结构

图1(a)为涂层复合膜中PTFE微孔薄膜的表面形态电镜照片。从图中可以看到,双向拉伸PTFE微孔薄膜由无数微小的原纤维纵横交错连接组成,原纤维间的缝隙形成复杂的微孔,孔径一般不超过2μm,孔隙率很高;图1(b)为涂层复合膜中PU薄膜的表面形态电镜照片,在PU涂层PTFE复合膜的制备过程中,如果涂层工艺控制不好,PU膜上会出现不同程度的针孔、细泡、鱼眼、桔子皮、点子等疵点。这在普通的涂层织物中是允许的,但对于防护服却是致命的。例如最小直径60nm的SARS病毒^[5]就容易从小于其直径的微孔中通过薄膜。

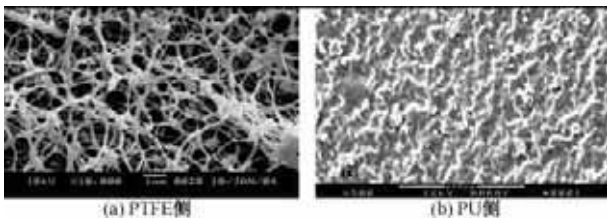


图1 涂层膜电镜照片

图2为共同拉伸复合膜的横截面和TPU侧的电镜照片,可以看到一部分TPU熔融渗透进入PTFE薄膜的微孔内部并锚固,这种锚固粘着^[6]具有很好

的粘结性,使PTFE薄膜与TPU薄膜之间具有良好的粘结。图2(b)电镜照片显示TPU薄膜没有微孔,空气中的SARS病毒没法透过共同拉伸膜,这增强了复合膜的防护性。由于PTFE表面能低,液体状的病毒也不能透过或沾在PTFE薄膜上危及穿着者。

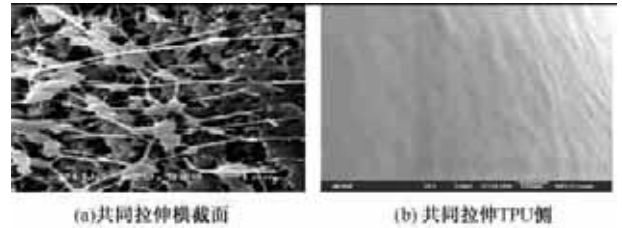


图2 共同拉伸膜电镜照片

2.2 薄膜透湿性

按照GB/T12704-91吸湿杯法,在日本理化工业株式会社生产的DH40N型透湿试验装置上测试透湿速率。

表1为不同厚度的共同拉伸膜与涂层膜透湿量的测试结果,从表中可以明显看出,相同厚度的PU薄膜,PU涂层复合膜的透湿量明显高于PTFE共同拉伸膜,这是因为共同拉伸膜是无孔的,其透湿量只取决于薄膜亲水基团等化学组成^[7],而涂层膜中的多微孔增加了薄膜的透湿量。对于不同厚度的PU薄膜,透湿量随聚氨酯薄膜厚度的减小而明显增加,因此,可以通过控制PU薄膜厚度调节共同拉伸膜的透湿量,满足服装舒适性要求。

表1 共同拉伸膜与涂层膜透湿量

聚氨酯膜厚度/ μm	涂层膜/ (g·(24 h·m ²) ⁻¹)	共同拉伸膜/ (g·(24 h·m ²) ⁻¹)
10	17 290	13 523
19	15 421	11 329

2.3 薄膜伸长回复性能

复合膜试样厚30μm,其中PTFE膜厚10μm。采用AGS-500ND型万能强力仪,测试温度20℃,相对湿度65%,薄膜样品宽度50mm,夹持长度100mm,拉伸速度50mm/min。将100mm的试样等速拉伸到绝对伸长50mm,然后回复到原长,再等速拉伸到绝对伸长50mm,记下第2次受力时的绝对伸长L。测试结果见图3的伸长回复曲线。弹性回复率按下式计算:

$$\text{弹性回复率} = \frac{50 - L}{50} \times 100 \% \quad (1)$$

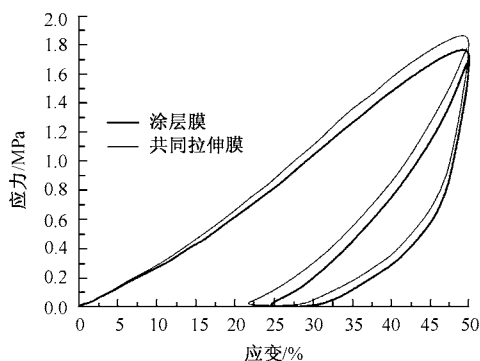


图 3 复合膜横向伸长回复曲线

从图 3 可以看出,在 50% 伸长范围内,共同拉伸膜横向强力略大于 PU 涂层复合膜,原因在于 TPU 沿横向拉伸会形成一定的取向,而涂层复合膜的 PU 有微孔。共同拉伸膜回复后第 2 次受力时的绝对伸长 L 为 21 mm,按式(1)计算得到共同拉伸膜和涂层复合膜横向急弹性回复率分别为 58% 和 52%,结果说明共同拉伸膜的变形回复性较好。另外,还做过多次循环以及随时间变化的复合膜弹性回复率变化规律实验,结果表明,循环 20 次后弹性回复率下降很小,特别是一次伸长 50%,回复 24 h 后测得的共同拉伸膜弹性回复率可以高达 90% 以上。

3 结 论

制备 PTFE/TPU 共同拉伸复合膜的方法不用溶剂,避免了聚氨酯溶剂污染环境和对染料的剥色;没有微孔的 TPU 增强了复合膜的防护性,并使复合膜的横向急弹性回复率提高到 58% 以上;透湿量达到 $13\ 523\ \text{g}/(24\ \text{h}\cdot\text{m}^2)$,使拉伸膜具有良好的透湿舒适性。因此,用弹性织物与共同拉伸膜层压后制成的防护服具有透湿舒适性和变形舒适性。 FZXB

参考文献:

- [1] 张建春,黄机质,郝新敏. 织物防水透湿原理与层压织物生产技术 [M]. 北京:中国纺织出版社,2003.11.
- [2] Aowin Kannekens. Breathable coatings and laminates [J]. Journal of Coated Fabrics,1994,24(7):51-59.
- [3] Chris J,Painter. Waterproof, breathable fabric laminates: a perspective from film to market place [J]. Journal of Coated Fabrics,1996,26(10):107-130.
- [4] Harro Tiäubel. New Materials Permeable to Water Vapor [M]. Berlin:Produseriv GmbH Verlagsservice,1999.253.
- [5] 张建春,郝新敏,周国泰. 医用防护服装研究现状及 SARS 防护服的性能要求 [J]. 西安工程科技学院学报,2003,(9):198.
- [6] 吴人洁. 高聚物的表面与界面 [M]. 北京:科学出版社 1984.188.
- [7] 黄机质,张建春. 防水透湿织物的发展与展望 [J]. 棉纺织技术,2003,(2):2.