

文章编号 : 0253-9721 (2006) 02-0078-03

纳米银 PP 抗菌纺粘布的开发

刘亚^{1,2}, 程博闻², 韦媛辉²

(1. 天津工业大学 纺织学院, 天津 300160; 2. 天津工业大学 改性与功能纤维天津市重点实验室, 天津 300160)

摘要 研究了纳米银抗菌添加剂改性的 PP 纺粘布的生产工艺过程, 对其抗菌性、耐洗涤牢度、力学和光老化性能进行了测试, 并与同规格的常规 PP 纺粘布做了比较。结果表明, 纳米银抗菌添加剂在 PP 大分子中分散均匀, 改性后的产品不但抗菌性能优良, 而且对纺粘布的力学性能和色泽都不会产生很大影响。

关键词 纳米银; PP 纺粘布; 抗菌性能; 力学性能

中图分类号: TS176.2 文献标识码: A

Development of anti-bacterial spun bonded polypropylene (PP) fabric treated with nanometer silver anti-bacterial agent

LIU Ya^{1,2}, CHENG Bo wen², WEI Yuan hui²

(1. School of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China; 2. Tianjin Municipal Key Laboratory of Fiber Modification and Functional Fiber, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China)

Abstract The production process of the spun-bonded PP fabric treated with nanometer silver antibacterial agent was described. The antibacterial, fastness to washing, mechanical and photo-aging properties of the treated fabric were tested, and the results were compared with those of the conventional spun-bonded PP fabric. It indicated that nanometer silver antibacterial agent is dispersed evenly in the PP macromolecule, and the treated fabric possesses good antibacterial effect with little influence on the shade and mechanical properties.

Key words nanometer silver; spun-bonded PP fabric; anti-bacterial property; mechanical property

在聚合物切片中添加抗菌剂制备抗菌纤维是解决细菌感染的最佳途径之一, 并且可以达到长效、卫生、安全的目的^[1,2]。日本多家公司采用含银沸石为抗菌添加剂, 通过共混纺丝制取抗菌纤维并形成产业化。我国许多研究单位采用进口含银沸石迅速开发出不少 PP 和 PET 抗菌纤维系列产品, 并已应用于水刺、针刺和热轧抗菌非织造布生产^[3], 但是将其直接应用于纺粘布生产还是一个较新的课题。目前, 国内外关于这方面的研究还处于产品的开发阶段, 尚无成熟的工艺可借鉴。就目前的市场需求来看, 优质、长效、安全的抗菌纺粘布的开发已迫在眉睫, 其中 PP 抗菌纺粘布最具开发前景。同高纺织化纤有限公司与安信纳米生物科技有限公司合作成功开发了用于纺粘布的纳米银新技术, 这为开发 PP 抗

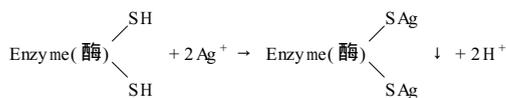
菌纺粘布提供了条件, 也为行业发展带来了机遇。本文介绍了这种新的抗菌添加剂应用于 PP 纺粘布的研究过程。

1 抗菌机理

银的抗菌作用与自身的化合价态有关, 这种作用按下列顺序递减: $Ag^{3+} > Ag^{2+} > Ag^+$, 高价态银的还原势极高, 能使其周围空间产生氧原子, 具有抗菌作用。其中 Ag^+ 可以与细菌体内酶蛋白分子中的 $-SH$ 、 $-NH_2$ 、 $-COOH$ 等基团反应, 阻碍蛋白质的合成和能量来源, 破坏细菌的细胞膜, 致使细菌死亡。其作用机理为

收稿日期: 2005-06-29 修回日期: 2005-09-26

作者简介: 刘亚(1974-), 女, 讲师, 博士生。主要从事非织造布的教学及研究工作。



当细菌被杀灭后,银离子又游离出来与其它菌落接触,进行新一轮的杀灭。据测定,水中银离子质量浓度为0.05 mg/L时,就能完全杀灭大肠杆菌等繁殖菌,并能保持90 d内无新菌种繁衍^[4]。

2 加工工艺

直接将抗菌剂加入到成纤高聚物中进行共混纺丝是开发抗菌纤维的重要手段^[5],但将抗菌颗粒直接应用于纺粘布的产品虽有少量问世,其性能却不尽人意,主要问题在于生产工艺参数难于控制。

2.1 工艺流程

PP 抗菌纺粘布的加工工艺与常规纺粘工艺基本相同,即将抗菌颗粒与聚合物按比例混合,再加入适当的助剂,然后纺丝铺网成抗菌纺粘布,具体工艺流程如下:

PP 切片
抗菌母粒
助剂

→ 干燥 → 熔融挤出 → 过滤计量 →

喷丝 → 冷却 → 气流牵伸 → 分丝铺网 → 热轧加固 → 切边卷绕 → PP 抗菌纺粘布

2.2 工艺参数

在 PP 抗菌纺粘布生产中,不仅纺丝工艺要求严格,而且铺网、固网的工艺选择也很重要。因为高聚物中的无机颗粒粒径大小及其在 PP 中的分散状况直接影响各工艺参数的确定。为了避免喷丝孔堵塞而降低过滤器使用寿命等现象,必须选择一组较为理想的纺丝工艺参数。由于无机粒子的存在会使纤维属性发生变化,导致铺网过程中发生并丝及摆丝幅度小等现象,因此需要合理调节侧吹风风速等参数。经过大量实验,成功试制了一批定量为40 g/m²的 PP 抗菌纺粘布,其主要生产工艺参数:PP 的 $M \geq 36$ g/10 min;抗菌剂添加量 1.0%;纺丝温度 270 ~ 280 °C;侧吹风温度 7 °C;侧吹风风速 0.4 ~ 0.6 m/s;热轧辊温度 130 °C;热轧辊压力 60 mPa。

3 性能测试及结果分析

将试制的40 g/m² PP 抗菌纺粘热轧布进行各项

性能测试,并与同规格的常规 PP 纺粘热轧布作对比。

3.1 产品抗菌性能的效果评价

产品的抗菌性能委托国家棉纺织质量监督检测中心根据 AATCC 100 标准进行测试,测试菌种为大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和克氏肺炎杆菌。

3.1.1 抗菌性能

将待测样品消毒置灭菌容器内,分别在100 mL 洗液中加入1.0 mL待测菌液,对被测样和对照样进行测试菌接种,充分振荡后,将菌从试样上洗涤下来零时间活菌计数,在37 °C振荡(150 r/min) 24 h后再进行活菌计数,按下式计算抑菌率,结果见表1。

$$M = \frac{B - A}{B} \times 100\%$$

式中, M 为细菌减少的百分率(抑菌率); A 为37 °C振荡24 h后洗脱液中的菌浓度; B 为试样接种细菌后立即洗脱的洗脱液中菌浓度。

表1 抗菌性能测试结果

样品	抗菌率/%			长霉等级/级	长癣等级/级
	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	克氏肺炎杆菌		
PP 抗菌纺粘布	99.99	98.03	99.97	0	0
常规 PP 纺粘布	20.08	17.76	19.39	3	3

注:①长霉、长癣等级评定按 BS 6085-81 进行,其中0级为在既定的培养条件下样品不长霉、不长癣;②各测试菌浓度:大肠杆菌菌液浓度为 1.8×10^5 个/样;金黄色葡萄球菌菌液浓度为 2.4×10^5 个/样;克氏肺炎杆菌菌液浓度为 2.0×10^5 个/样。

3.1.2 抗菌耐洗牢度

采用聚氧乙烯烷基醚和 α 烯烴磺酸钠以 9:1 复配的洗涤剂,配成 1:30 的40 °C溶液,将抗菌样品浸泡5 min后洗涤10 min,并在常温下用清水漂洗2次,2 min为一循环,再将样品在80 °C下干燥15 s。抗菌测试标准和方法同上,其结果如表2所示。

表2 洗涤前后纺粘布的抗菌性能测试结果

洗涤次数/次	PP 抗菌纺粘布抗菌率/%			常规 PP 纺粘布抗菌率/%		
	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	克氏肺炎杆菌	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	克氏肺炎杆菌
0	99.99	98.03	99.97	20.08	17.76	19.39
5	99.78	97.54	99.28	/	/	/
10	99.45	96.97	98.99	/	/	/
20	98.01	95.35	97.74	14.23	12.91	13.08

由表1、2可知,添加纳米银抗菌母粒生产的 PP 抗菌纺粘布,对大肠杆菌和克氏肺炎杆菌的抗菌率均达99%以上,对金黄色葡萄球菌的抗菌率也高达98%。比常规 PP 纺粘布产品提高了近80%,并且其抗霉、抗癣等级明显提高。耐洗实验证明,该产品

经 10 次洗涤后功效不减,即使洗涤次数更多,其抗菌率下降幅度也很小,由此可见,该产品具有非常理想的抗菌性能。

3.2 产品的力学性能

用 HD026N 电子织物强力仪按 FZ/T 60005—91 标准测试拉伸性能,按 FZ/T 60006—92 标准的梯形法测试撕破强力,用顶破强力仪测试试样的顶破强力,其结果如表 3 所示。

表 3 力学性能测试结果

织物		断裂强 力/N	断裂伸 长率/%	撕破强 力/N	顶破强 力/N
PP 抗菌纺粘布	纵向	77.5	60.5	48.4	62.5
	横向	61.4	61.6	40.1	
常规 PP 纺粘布	纵向	77.4	62.3	50.0	63.2
	横向	62.4	62.8	42.4	

表 3 结果表明,相同规格的 PP 抗菌纺粘布与常规 PP 纺粘布的力学性能并没有很大的差异,这是由于纳米银粒子在纤维中分布较均匀的结果。在实验过程中,有时也会出现 PP 抗菌纺粘布的力学性能比常规试样有所提高的现象,这与纳米级银粒子在 PP 大分子中引起异相成核,导致材料结晶度增加有关。但是,大部分 PP 抗菌纺粘布的力学性能要比常规纺粘布稍低一些,这是因为以目前的技术条件,要达到纳米添加剂在聚合物中充分均匀分散尚有困难,所以由纳米粒子凝聚而制成的纤维及纺粘布力学性能有所下降是难免的。但该抗菌添加剂在纤维中的含量极少,其颗粒在纤维中的分布已经达到了较高的均匀度,所以基本上排除了颗粒凝聚给纤维及其纺粘布力学性能带来的负面影响。

3.3 刚柔性

不同经纬向各裁取 20 cm × 2.5 cm 试样 4 块,用 LFY-22B 型斜面悬臂法刚柔性测试仪测试试样的刚柔性,其结果如表 4 所示。

表 4 弯曲性能测试结果

织物		抗弯长度/cm	抗弯刚度/(mN·cm)
PP 抗菌纺粘布	经向	2.61	0.70
	纬向	1.06	0.05
	总值	1.66	0.18
常规 PP 纺粘布	经向	2.81	0.87
	纬向	1.40	0.11
	总值	1.98	0.31

由表 4 可知,PP 抗菌纺粘布的抗弯长度和抗弯刚度等指标要低于常规 PP 纺粘布,这是由于纤维中部分纳米级的银粒子在 PP 大分子中起到了异相成

核的作用,使材料的结晶度有所提高,结晶细化,从而使材料的柔性下降。

3.4 光老化

参照 GB/T 14522—1993 及色差检视标准 GB/T 3979—1997 和 GB/T 7921—1997,委托广州电器科学研究院进行光老化检测,测得 PP 抗菌纺粘布和常规 PP 纺粘布的平均色差分别为 1.28,0.86。

加入抗菌剂改性后,由于银的氧化作用会使非织造布发生严重的变色现象,这不但会影响产品的外观,而且对材料的抗菌性能也有影响。但实际上,由于抗菌添加剂的含量较少,且颗粒高度均匀地分散在纤维及其纺粘布中,这就大大改善了由银的氧化而引起的变色现象。实验测得的 2 种样品的色差差值很小,较短时间内产品外观颜色无明显变化,这对于一次性用品来说,银的氧化作用对其使用性能的影响不大。但从长远来看,彻底高效地解决无机纳米银抗菌添加剂给纺粘布带来的变色问题仍是今后研究的重点。

4 结 论

1) 用无机纳米银改性的 PP 纺粘布抗菌效果明显,对大肠杆菌、克氏肺炎杆菌的抗菌率均达 99.9% 以上,对金黄色葡萄球菌的抗菌率也在 98% 以上,经多次洗涤,产品抗菌率无明显变化。

2) 抗菌剂在 PP 中的分散情况对纺粘布的力学性能有一定影响。要选择分散均匀的抗菌母粒,并在生产过程中控制好工艺参数,尽量减少抗菌添加剂对纺粘布力学性能的影响。

3) 抗菌剂的粒径对 PP 大分子的结晶结构有影响,可能会引起异相成核而导致 PP 大分子柔性的下降和部分力学性能的提高。

4) 光老化实验表明,抗菌产品无明显变色,光老化性能优良,具有实用价值。

FZXB

参考文献:

- [1] 金宗哲.无机抗菌材料及应用[M].北京:化学工业出版社,2004.7.
- [2] 赵敏,高俊刚,邓奎林,等.改性聚丙烯新材料[M].北京:化学工业出版社,2002.514.
- [3] 杨建忠,崔世忠,张一心,等.新型纺织材料及应用[M].上海:东华大学出版社,2002.72.
- [4] 薛光.银的分析化学[M].北京:科学出版社,1998.22.
- [5] 马建伟,郭秉臣,陈韶娟.非织造布技术概论[M].北京:中国纺织出版社,2004.8.