

医用 SMS 非织造材料的制备与研究

谢柠蔚,张 瑜*,张广宇,邹志伟,胡梦莹,仇 何

(南通大学,江苏 南通 226019)

摘要:采用低温空气等离子体对聚丙烯 SMS 非织造材料进行表面改性,使 SMS 的亲水性和柔软性得到显著改善。先通过单因素实验,研究柔软剂浓度、浸渍温度和浸渍时间对材料柔软性的影响,然后再进行正交试验,优化柔软整理工艺,最佳工艺为柔软剂浓度 5%(o.w.f)、水浴温度 50 ℃和浸渍时间 35 min。利用纳米银对其进行后整理,增加材料的抗菌性。研究抗菌剂的 pH 值、浸渍时间和浸渍温度对抗菌性的影响,最佳工艺为 pH 值 6.5、浸渍时间 60 min 和浸渍温度 60 ℃。

关键词:SMS 非织造材料;正交试验;柔软性;抗菌性;沾水性

中图分类号:TS172

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2017)07-0012-04

SMS 非织造材料能有效弥补纺粘法和熔喷法非织造材料的弱点^[1],充分利用两者的优势,使 SMS 具有良好的强力、耐静水压性能、吸附性、过滤性和阻菌性。SMS 非织造材料优异的特性决定了其广泛的用途,使其产量不断增长^[2]。另外,随着人们生活水平的提高及个人卫生防护意识的增强,SMS 非织造产品在卫生、医疗、生活等方面得到了不断地推广和应用。本文主要通过改善 SMS 非织造材料的柔软性和抗菌性,达到新型医用防护材料的性能要求^[3]。

在医疗手术过程中一般都会使用医生手术服、手术洞巾、设备帷帘等。虽然这几个产品的性能侧重点不同,但他们要求对病人和医生都同样具有安全性^[4]。在做手术或病房中,当流体渗透过材料时,微生物也被带入,所以防护服要能防止液体和伴随而来的细菌或病菌的渗透。作为服用材料,医用防护服与身体直接接触,在穿着过程中应该尽量保持一定的舒适性和柔软性^[5-6]。

1 试验部分

1.1 材料与仪器

材料:聚丙烯 SMS 非织造材料(克重 50 g/m²,各层质量比 1:1:1,厚度 0.36 mm),南通丽洋有限公司;聚醚改性有机硅类柔软剂 RSB-50,常州中策纺织助剂有限公司;纳米银胶,江西众乐堂实业有限公司;

琼脂培养培养基,上海哈灵生物有限公司;金黄色葡萄球菌、白色念珠菌、大肠杆菌,北京普博斯生物科技有限公司;无水乙醇、冰乙酸,武汉荣申化工有限公司。

仪器:HD-1A 型冷等离子体改性设备,常州新区世态等离子体技术有限公司;GKC-218 型数显控温水浴锅,上海苏进仪器设备厂;恒温培养箱,巨良集团;电热高压蒸汽灭菌锅,苏州赛恩斯仪器有限公司。

1.2 样品制备

将样品用丙酮浸泡 1 h,超声波洗涤 1 h,再用蒸馏水反复清洗,除去样品表面杂质,烘干备用。将清洗好的试样放入 HD-1A 型等离子处理器反应室内,通过调节压强,使其稳定在实验所需值(20~50 Pa),待处理 30~600 s 后取出样品^[7]。取一定量的纳米银加入水中,并放入超声波震荡仪中进行充分分散,配取一定浓度的纳米银分散液。

2 结果与讨论

2.1 柔软整理对材料柔软性能的影响

2.1.1 柔软剂浓度对柔软性能的影响

将柔软整理剂按要求配制不同浓度的整理液,把预处理后的 SMS 非织造材料浸渍其中,30 ℃水浴浸渍 30 min,80 ℃预烘 5 min,110 ℃焙烘 3 min。对不同浓度的整理液所整理的试样进行弯曲性能和悬垂性能的测试,结果见图 1。

随着浓度的增加,整理后的试样也随之具有较好的柔软性能。在浓度为 1%(o.w.f),柔软性能较差,这是因为材料的柔软性能的改善与材料表面柔软剂大分子的含量密切相关^[8],整理剂浓度太低时,柔软剂大分子与材料表面得不到有效结合,因此达不到较好的柔

收稿日期:2017-04-25;修回日期:2017-04-28

基金项目:国家自然科学基金(51503105);南通大学研究自主创新项目(YKC16017);南通大学纺织服装学院校级科技创新项目(2016090)

作者简介:谢柠蔚(1992-),女,在读硕士研究生,主要研究方向为先进纤维及非织造材料制备,E-mail:1215294416@qq.com。

*通信作者:张 瑜(1965-),男,教授,博士,主要研究方向为先进纤维及非织造材料制备,E-mail:z.yu@ntu.edu.cn。

软改性效果。为了保证整理后的柔软效果,浓度不应低于3%。在浓度5%时,柔软效果最佳。随着浓度的进一步增加,柔软效果并没有随之增强而是趋于稳定。

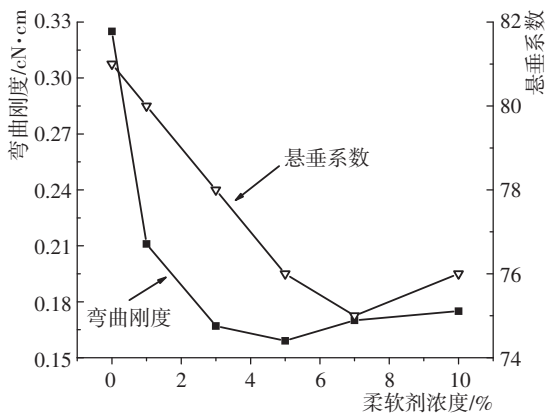


图1 柔软剂浓度对柔软性能的影响

2.1.2 浸渍时间对柔软性能的影响

选择浸渍时间为10、20、30、40、50 min,保证其他工艺参数不变,即柔软剂浓度为5%、水浴温度30℃,80℃预烘5 min,110℃烘焙3 min,测试结果见图2。

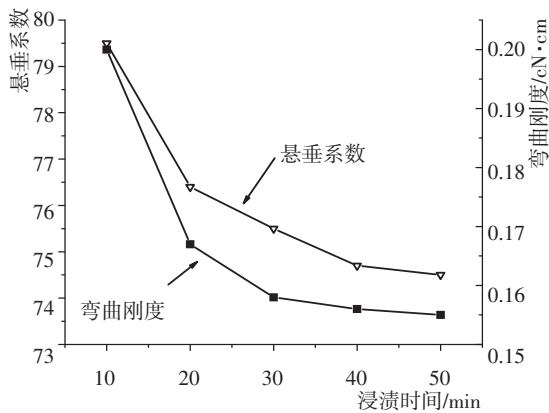


图2 浸渍时间对柔软性能的影响

由图2可知,随着浸渍时间延长,SMS的弯曲刚度和悬垂系数均减小,且弯曲刚度的变化比悬垂系数更加明显。浸渍时间超过30 min后,柔软效果的变化程度减小,并趋于稳定。这是因为在浸渍初期,柔软剂大分子便开始以一定速度与SMS结合,一定时间后,与SMS结合的柔软剂分子层逐渐趋于饱和,再继续浸渍柔软剂,SMS柔软性效果的改善也不再增加。

2.1.3 水浴温度对柔软性能的影响

选择水浴温度20、30、40、50、60℃,其他工艺参数不变,即柔软剂浓度5%、浸渍时间30 min,80℃预烘5 min,110℃烘焙3 min,测试结果见图3。

在20℃的水浴温度下进行柔软整理的效果较差,

随着水浴温度的升高,柔软效果明显得到了改善,但水浴温度超过40℃后,柔软效果便趋于稳定。这是因为柔软剂大分子的热运动加速了与SMS的结合,温度升高,分子运动活跃,有助于柔软剂在SMS表面铺展,形成一层均匀定向吸附层,改善其柔软性能。当温度继续升高时,这种影响力就会削弱。

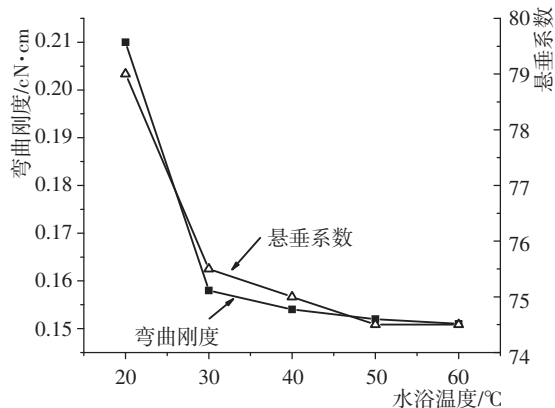


图3 水浴温度对柔软性能的影响

2.1.4 正交试验

为了进一步研究柔软整理工艺条件对SMS改性效果的影响,选择了3因素3水平的正交试验,因素水平表见表1,正交试验结果见表2。

表1 正交试验水平表

| 水平 | 柔软剂浓度(o.w.f) A / % | 浸渍时间 B / min | 水浴温度 C / °C |
|----|-----------------------|-----------------|----------------|
| 1 | 3 | 20 | 30 |
| 2 | 5 | 30 | 40 |
| 3 | 7 | 40 | 50 |

表2 正交试验结果

| 编号 | 柔软剂浓度(A) | 浸渍时间(B) | 水浴温度(C) | 悬垂系数 | 弯曲刚度 / cN·cm |
|------|----------------|---------|---------|-------|--------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 77.5 | 0.168 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 76.5 | 0.164 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 75.5 | 0.160 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 75.0 | 0.160 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 74.5 | 0.153 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 74.5 | 0.158 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 75.5 | 0.166 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 76.0 | 0.170 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 76.5 | 0.180 |
| 悬垂系数 | K ₁ | 229.5 | 228 | 228 | |
| | K ₂ | 224 | 227 | 228 | |
| | K ₃ | 228 | 226.5 | 225.5 | |
| | R | 5.5 | 1.5 | 2.5 | |
| 弯曲刚度 | K ₁ | 0.492 | 0.494 | 0.496 | |
| | K ₂ | 0.471 | 0.487 | 0.504 | |
| | K ₃ | 0.516 | 0.498 | 0.479 | |
| | R | 0.045 | 0.011 | 0.025 | |

综合悬垂系数指标,把各因素最好的水平组合起来为 $A_2B_3C_3$;综合弯曲刚度指标,把各因素最好的水平组合起来为 $A_2B_2C_3$ 。而柔软整理的3个因素对改性效果影响大小的顺序为:柔软剂浓度 > 水浴温度 > 浸渍时间。由于浸渍时间对柔软改性效果的影响较小,综合弯曲刚度和悬垂系数这2个指标的最佳方案,得出柔软整理最佳工艺条件:柔软剂浓度 5% (o.w.f)、浸渍时间 35 min、水浴温度 50 °C。

2.2 沾水试验分析

沾水试验用于衡量织物表面被水沾湿的能力。从织物的不同位置选取3块 18 cm × 18 cm 的试样,在空气温度为 18~22 °C、相对湿度 65% 的条件下调湿 24 h,试验结果见图 4。

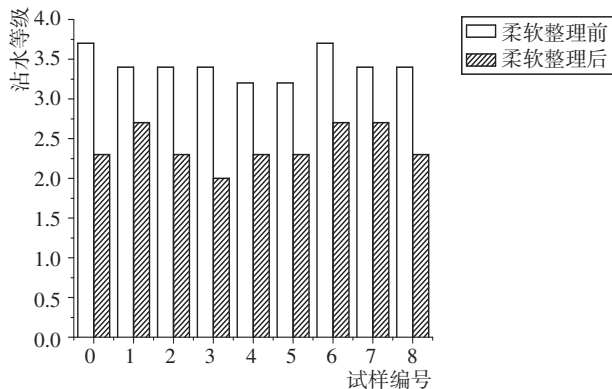


图 4 沾水试验结果

由图 4 可知,试样的沾水等级在 3—4 级之间,差异不大,表示聚丙烯 SMS 非织造材料的表面不易被水沾湿,具有一定的拒水性,这是由聚丙烯材料本身的性质决定的。但经过柔软整理后材料的沾水等级明显下降,这是由于柔软整理后材料的亲水性增加。

2.3 抗菌整理对材料性能的影响

2.3.1 抗菌剂 pH 值对抗菌性能的影响

在抗菌剂浓度相同的情况下(抗菌剂的质量分数为 3%),抗菌剂 pH 值的不同所带来的抗菌效果也是有所区别的,结果见表 3。

表 3 pH 值对 SMS 非织造材料抗菌性能的影响

单位: %

| pH | 菌种 | | |
|-----|------|---------|-------|
| | 大肠杆菌 | 金黄色葡萄球菌 | 白色念珠菌 |
| 5.5 | 80.4 | 79.5 | 81.5 |
| 6.5 | 86.9 | 83.0 | 88.4 |
| 7.5 | 90.7 | 86.3 | 94.6 |
| 8.5 | 92.5 | 89.3 | 97.5 |
| 9.5 | 95.0 | 92.1 | 98.9 |

由表 3 可以看出, pH 值为 6.5 时抗菌整理剂对

SMS 非织造布的抗菌性能良好。人体皮肤 pH 值是呈弱酸性,部分医用防护服是直接与人体接触,需要选一个接近人体皮肤的 pH 值。从图表中我们可以看到 pH 值越大,对这 3 种菌种的抗菌效果更明显,但接近于人体皮肤 pH 值且能保证抗菌效果的最佳 pH 值为 6.5,所以抗菌整理剂较为合适的 pH 值为 6.5。

2.3.2 浸渍法对抗菌性能的影响

将 SMS 非织造材料浸渍在 15 μg/ml 的纳米银分散液中,在不同温度下浸泡不同时间,通过试验对比选出最佳的浸渍时间和温度来提高抗菌率,如表 4 所示。

表 4 浸渍法对 SMS 非织造布抗菌性能的影响

| 浸渍温度/°C | 40 | | 50 | | 60 | | 70 | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 浸渍时间/min | 30 | 60 | 30 | 60 | 30 | 60 | 30 | 60 |
| 抗菌率/% | 88.1 | 92.2 | 94.3 | 96.7 | 96.2 | 99.9 | 90.6 | 93.1 |

从表 4 可知,浸渍时间不变的情况下, SMS 非织造布抗菌率随着温度的升高呈现先增大后减小的趋势,在 60 °C 时到达最大值。在相同温度下,浸渍 60 min 的抗菌效率高于 30 min。

3 结语

借助等离子体预处理技术对聚丙烯 SMS 非织造材料进行柔软整理和纳米银的抗菌处理。研究柔软整理工艺参数对柔软整理效果的影响,通过正交试验得出最佳柔软整理工艺条件:柔软剂浓度 5% (o.w.f)、浸渍时间 35 min、水浴温度 50 °C。在抗菌处理方面,从 pH 值和浸渍时间、浸渍温度角度考虑,得到在纳米银溶液 pH 值 6.5,浸渍时间 60 min 左右,材料的抗菌性能很好。从材料沾水性能看出, SMS 非织造材料在柔软整理后具有较好的沾水性。

参考文献:

- [1] 徐家福,杨雅光,郭秉臣. 熔喷法非织造布结构与性能分析 [J]. 非织造布, 2005, 13(3): 35—39.
- [2] 陈康振. SMS 复合非织造布的生产、用途及其发展 [J]. 非织造布, 2004, (1): 10—14.
- [3] 赵博. 纺粘非织造布的新技术和进展 [J]. 纺织机械, 2010, (1): 15—20.
- [4] 刘双营,商延航,徐艳峰. 功能型个人护理用品水刺非织造表层材料的开发 [J]. 山东纺织科技, 2013, 54(6): 48—51.
- [5] 蔡岑岑,胡吉永,丁辛. 感知模式对织物柔软性评价结果的影响 [J]. 东华大学学报(自然科学版), 2012, 38(1): 26—30.
- [6] 林立虎. 应用双活性基聚硅氧烷改善棉织物的手感和防皱

效果 [D]. 上海: 东华大学, 2013.

[7] 许庆燕. 等离子体改性熔喷 PP 非织造布及其复合滤材的制备与表征 [D]. 上海: 东华大学, 2013.

[8] 许 聪, 郝天智, 温学辉, 等. 纳米银/脱细胞真皮基质的制备及抗菌效果评价 [J]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2013, 8(2): 12-16.

Preparation and Study of Medical SMS Nonwovens

XIE Ning-wei, ZHANG Yu*, ZHANG Guang-yu, ZOU Zhi-wei, HU Meng-ying, Qiu He

(Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract: Polypropylene SMS nonwoven material was modified by air low-temperature plasma. The hydrophilicity and softness of SMS were improved remarkably. Firstly, single factor experiments were conducted to study the effect of softening agent concentration, dipping temperature and dipping time on the softness of material, then orthogonal experiment was conducted to optimize the soft finishing process. The optimum process was softener concentration 5% (o.w.f), water bath temperature 50 °C and dipping time 35 min. Nano silver was used for finishing process to increase the antibacterial properties of materials. The influence of pH value, dipping time and dipping temperature on antimicrobial property was investigated. The optimum process was pH value 6.5, dipping time 60 min and dipping temperature 60 °C.

Key words: SMS nonwoven materials; orthogonal test; softness; antimicrobial properties; wettability

2017—2021 年全球碳纤维自行车架市场发展趋势分析

日前, 英国跨国技术及市场调研公司 Technavio 发布了最新的全球碳纤维自行车架市场调查分析报告, 该报告重点分析了 2017—2021 年将对市场产生重大影响的发展趋势, 并提出了一个将对市场兴衰产生直接影响的新的趋势因素。

Technavio 公司专业从事汽车部件行业分析的首席分析师 Siddharth Jaiswai 称, 得益于树脂、纤维增强复合材料等新技术的不断发展, 各行业对碳纤维复合材料的需求呈现不断增长的态势, 因此, 2017—2021 年间, 全球碳纤维自行车架市场的年均增长率预计将达到 27%, 到 2021 年市场需求将达到 1443 万套。

据 Technavio 公司预测, 未来 5 年中, 驱动碳纤维自行车架市场发展的三大发展趋势如下:

手工打造完美精品

对于自行车来说, 所有的碳纤维部件都是采用碳纤维片材手工糊制而成的。通过计算机控制设备对碳纤维片材进行裁切, 随后根据铺放顺序将这些碳纤维片层在模具中进行组装。

对一些小型的零件, 整个铺放过程可以由一个工人独立完成, 而对于大的部件单元, 车架的特定部位需要进行特别的铺层, 随后该零件交由生产线上的下一个工人铺放其他部位的对应材料, 最后送入模具完成固化。当然, 固化后的清洗、喷涂工艺同样需要人工监督完成。

线上销量迅猛增长

尽管实体零售业仍然是运动自行车的主要销售形势, 但在预测期内线上销量将获得突飞猛进的增长。快捷的物流服务和具有竞争力的售价是全球线上销售获得成功的关键。就市场份额来讲, 线上销售被认为将在 2015—2018 年间成为销售量增长最快的分销渠道。消费者在网络平台上可以看到更多更全的产品型号和规格。如 eBay、Amazon 等网络销售平台都能够为全球的消费者提供碳纤维自行车。而实体零售卖家也可以通过网络来提高他们的客户量和销售额。

网络的不断渗透、线上销售平台的日渐普及、可靠的物流服务都已成为推动全球碳纤维自行车架市场不断增长的重要因素。

自行车联网技术方兴未艾

碳纤维自行车轻质、高速。融入了安全性考虑的跟踪传感器的应用将是碳纤维自行车领域发展的又一大趋势。网络技术为骑行提供了安全性和自动跟踪特性。传感器将在被“非法”碰触时通知车主或使用者; 车蹬上的传感器同时能够记录速度、倾角、路线和卡路里消耗量; 而全球定位系统 GPS 将对自行车进行自动定位。加拿大团队设计的 Vanhawks Valour 智能自行车就将 GPS 定位部件直接装配进了碳纤维车架中, 大大提升了使用者的骑行体验。

(来源: 中国复材展组委会)