

黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料的制备与性能分析

蔡海斌^a 刘力^{a,b}

东华大学 a. 纺织学院;

b. 纺织面料技术教育部重点实验室, 上海 201620

摘要:为制备兼具良好力学性能和导流性能的消毒吸附干巾表层材料,将黏胶纤维和 ES 纤维混合,通过热轧非织造加固工艺制备黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料。通过单因素试验,探讨黏胶纤维和 ES 纤维混合比例及热轧温度对材料力学性能和导流性能的影响。结果显示:纤维混合比例与热轧温度均显著影响材料的力学性能与导流性能,优化的工艺参数为黏胶纤维和 ES 纤维质量比 20/80、热轧温度 135 °C。采用优化工艺参数制备的热轧消毒吸附干巾表层材料,其纵横向断裂强力分别为 88.16 N 和 36.82 N,吸液率为 751%,扩散长度为 18.1 cm,渗水面浸湿时间为 2.25 s,上下层吸水速率分别为 26.19%/s 和 65.61%/s,上下层液态水扩散速度分别为 3.96 mm/s 和 6.54 mm/s,单向传递指数为 962,兼具良好的力学性能和导流性能。

关键词:黏胶纤维;ES 纤维;热轧工艺;消毒吸附干巾;力学性能;导流性能

中图分类号:TS 174.5

文献标志码:A

文章编号:1004-7093(2024)08-0010-07

Preparation and properties analysis of surface materials of viscose/ES fibers hot rolled disinfected adsorbent dry towel

Cai Haibin^a, Liu Li^{a,b}

a. College of Textiles; b. Key Laboratory of Textile Science & Technology, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 201620, China

Abstract: To prepare the surface materials of the disinfected adsorbent dry towel with good mechanical properties and conductivity, the surface materials of disinfected adsorbent dry towel was prepared by mixing viscose fibers and ES fibers through the hot rolled nonwoven reinforcement process. The effects of fiber mixing ratio and hot rolling temperature on mechanical properties and conductivity of the material were investigated by single factor test. The results showed that the mechanical properties and conductivity of the materials were significantly affected by fiber mixing ratio and hot rolling temperature. The optimized process parameters were mass ratio of viscose fiber to ES fiber at 20/80 and hot rolling temperature at 135 °C. The longitudinal and transverse breaking strengths of the surface materials of the hot rolled disinfected adsorbent dry towel prepared with optimized process parameters were 88.16 N and 36.82 N, respectively, with the absorption rate of 751%, the diffusion length of 18.1 cm, a soaking time of the permeable surface of 2.25 s, and the

收稿日期:2024-06-14

作者简介:蔡海斌,男,2000年生,在读硕士研究生,主要研究方向为消毒吸附干巾的制备

通信作者:刘力, liliull@dhu.edu.cn

absorption rates of the upper and lower layers were 26.19%/s and 65.61%/s, the diffusion velocities of the upper and lower layers were 3.96 mm/s and 6.54 mm/s, respectively, and the unidirectional transfer index was 962, which had good mechanical properties and conductivity.

Keywords: viscose fiber; ES fiber; hot rolling process; disinfected adsorbent dry towel; mechanical property; conductivity

消毒吸附干巾是一种主要用于处理呕吐物、腹泻物的卫生护理产品^[1-2],常用于公共场所、医疗机构等^[3]。疫情期间消毒吸附干巾可用于传染病病患呕吐物和腹泻物的快速处理^[4],以及时有效地遏制细菌和病毒的快速传播。消毒吸附干巾的应用场景大多是与地面接触,要求其能够快速吸附液体并将液体导流至消毒粉末处,发挥杀菌消毒功能。与传统的干巾相比,消毒吸附干巾表层对材料的柔软性要求低,对力学性能要求高。因此,消毒吸附干巾表层材料需兼顾力学性能和导流性能。目前,市场上的相关产品是通过 2 个独立层分别实现力学性能和导流性能的。如焦宏璞等^[5]制备了上层为纯聚烯烃系纤维(ES 纤维)网,下层为含 ES 纤维与黏胶纤维的热风复合导流层材料,这种材料具有渗透时间短、回渗量小,以及柔软蓬松的特点,但力学性能有待提高。尤鑫鑫等^[6]采用热轧加固工艺制备了不同聚合物原料和工艺参数的纺黏非织造布,所得材料的力学性能与导流层相比有较大的提高,且具有优异的柔软性和透气性,但导流性能有待提高。杜雷娟等^[7]采用点黏合和面黏合 2 种热轧固网方式制备涤纶非织造布,并对其力学性能进行分析与比较,结果发现,对于相同面密度的材料,点黏合加固有利于赋予纤网更高的强力。

为制备兼顾力学性能和导流性能的表层材料,本文以黏胶纤维和 ES 纤维为原料,通过点黏合热轧非织造工艺,制备黏胶/ES 热轧消毒吸附干巾表层材料。通过单因素试验,探讨黏胶纤维与 ES 纤维混合比例及热轧温度对表层材料力学性能和导流性能的影响,以期制备适用于消毒吸附干巾应用场景且性能良好的表层材料提供参考。

1 试验部分

1.1 试验材料

黏胶纤维:线密度为 1.4 dtex,长度为 38 mm,具

有柔软舒适、吸湿性好、易于混纺等特点。

ES 纤维:线密度为 1.8 dtex,长度为 40 mm。ES 纤维的皮层组分为聚乙烯(PE),芯层组分为聚酯(PET)。PE 熔点为 130 ℃,PET 熔点为 260 ℃。

1.2 黏胶/ES 热轧消毒吸附干巾表层材料的制备

黏胶/ES 热轧消毒吸附干巾表层材料加工工艺如图 1 所示。首先,将黏胶纤维与 ES 纤维按一定的比例混合开松;其次,喂入梳理机梳理成纤维取向排列的纤维网;最后,通过铺网机进行平行铺网形成一定面密度的纤网。使用点黏合热轧机,在热轧温度 135 ℃、压力 0.28 MPa 条件下,以 7 种不同的黏胶/ES 纤维混合比例制备黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料试样,并对试样进行性能测试,确定最佳的纤维混合比例。在最佳纤维混合比例和恒定热轧压力情况下,分别以 5 种不同的热轧温度制备黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料试样,并对试样进行性能测试,确定最佳的热轧温度。

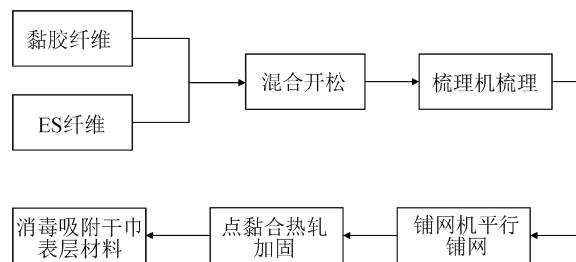


图 1 消毒吸附干巾表层材料制备工艺流程
Fig. 1 Preparation process of surface material of disinfected adsorbent dry towel

1.3 试验方案

黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料的平均面密度设定为 50 g/m²。

黏胶纤维与 ES 纤维的混合比例以黏胶纤维所占的质量分数计,黏胶/ES 纤维中黏胶纤维质量分数分别设定为 0、5%、10%、15%、20%、25%和 30%。

热轧温度分别设定为 120、125、130、135 和 140 ℃。

1.4 性能测试方法

1.4.1 力学性能

根据 GB/T 24218.3—2010《纺织品 非织造布 试验方法 第3部分:断裂强力和断裂伸长率的测定》中的方法进行力学性能测试,使用 YG026MB 型多功能电子织物强力机测试黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料试样的横向和纵向断裂强力,每块试样测试 5 次,结果取平均值。

1.4.2 吸液率

吸液率是指在规定的时间内,将试样完全浸湿后再沥去多余液体后,吸收液体的湿态试样质量占试样干态质量的百分比^[8]。吸液率具体的测试方法根据 GB/T 242128.6—2010《纺织品 非织造布 试验方法 第6部分:吸收性的测定》进行;在标准大气下对黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料进行调湿处理后,裁剪出 10 cm×10 cm 大小的试样(质量需大于 1 g,若不足 1 g,需多次裁剪直至满足要求)。将试样放置在盛有生理盐水的烧杯中润湿 1 min 后,取出垂直悬挂 2 min,再放入称量瓶中称其质量。最后,通过式(1)计算吸液率。

$$L = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: L 为吸液率; m_1 为干态质量; m_2 为湿态质量。

1.4.3 液态水管理性能测试

根据 GB/T 21655.2—2019《纺织品 吸湿速干性的评定 第2部分:动态水分传递法》,采用 M290 型液态水管理性能测试系统对黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料的液态水管理性能进行测试,获得试样渗水面浸湿时间、吸水速率、液态水扩散速度和单项传递指数等数据。

1.4.4 扩散长度

根据 GB/T 28004—2001《纸尿裤(片、垫)》的有关规定测量黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料试样的滑渗量。当滑渗量为 0 g 时,记录液体纵向扩散长度。

2 结果与讨论

2.1 纤维混合比例对消毒吸附干巾表层性能的影响

2.1.1 对力学性能的影响

非织造布的力学性能由纤维本身性质和纤维之

间的相互作用共同决定。黏胶纤维的力学性能不及 ES 纤维,但其吸湿性好,工艺过程中不易产生静电。因此,添加一定量的黏胶纤维能够防止纤维团聚,使纤维更好地分散,有利于 ES 纤维黏合作用的发挥,增强纤维间的相互作用,从而在一定范围内增加强力。

黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料试样的断裂强力测试结果如图 2 所示。可以看出,试样的断裂强力随着黏胶纤维含量(质量分数)的增加呈现先增大后减小的趋势,且纵向断裂强力远大于横向断裂强力,纵向断裂强力与横向断裂强力的比值均大于 2.0。纵向断裂强力更大是由于工艺过程中采用的是平行铺网,热轧非织造布中的纤维大多呈平行顺直状态。添加少量的黏胶纤维可以防止纤维团聚,使纤维分散更均匀(图 3),纤维间的相互作用增强,从而断裂强力提高。但黏胶纤维质量分数过高,表层材料试样的断裂强力反而下降。当黏胶纤维质量分数为 30% 时,试样的断裂强力远低于不含黏胶纤维时的断裂强力(图 2)。这可能是因为黏胶纤维质量分数过高时,由于黏胶纤维在加热时不会表现出明显的熔融特性,且其过多地挤占了 ES 纤维的空间,削弱了 ES 纤维的热熔黏合作用,黏合面积也相应减小,导致试样断裂强力骤降。

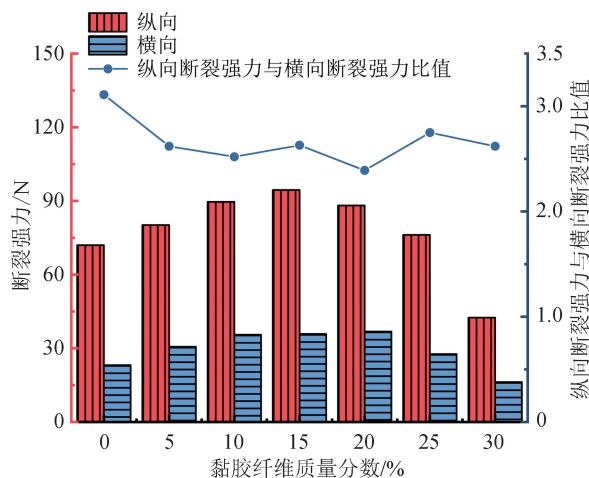


图 2 不同纤维混合比例试样的断裂强力
Fig. 2 Breaking strength of samples with different fiber mixing ratios

2.1.2 对导流性能的影响

导流性能测试主要包括吸液率、扩散长度和水管理性能的测试。导流性能作用机理主要有 3 种:纤维对水分子的直接吸收;纤维与纤维之间的

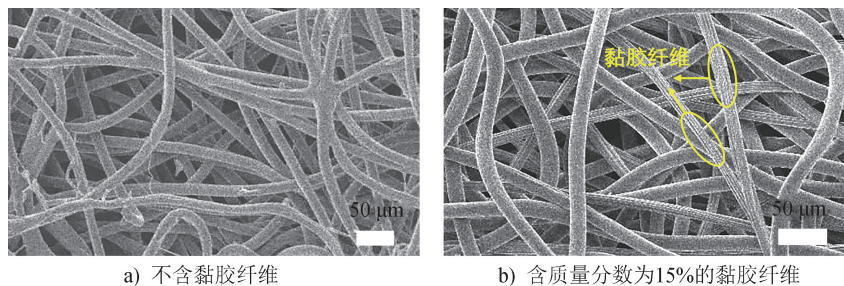


图 3 不同纤维原料试样的扫描电子显微镜图

Fig. 3 Scanning electron microscopy images of different fiber raw material samples

间隙产生的毛细管效应;水压迫水分子透过织物空隙的作用^[9]。疏水性 ES 纤维和亲水性黏胶纤维的混合比例影响黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料的导流性能。

不同纤维混合比例的试样的吸液率和扩散长度测试结果如图 4 所示。由图 4a) 可以看出,随着黏胶纤维质量分数的增加,试样的吸液率逐渐增加。这是因为当黏胶纤维质量分数为 0 时,纤网中的纤维全部为 ES 纤维,ES 纤维比黏胶纤维粗,纤维之间

的空隙大,液体容易渗出,随着黏胶纤维质量分数逐渐增加,粗细纤维的混合会填补彼此之间的空隙,且黏胶纤维的吸湿性好,纤维对水分子的直接吸收性能增强,因此试样的吸液率增加。由图 4b) 可以看出,黏胶纤维质量分数为 20% 时,试样的扩散长度最大,这可能是由于随着黏胶纤维质量分数的增加,试样的接触角减小,附加压力差和毛细管流量增加,液体在纤网中的流动加快。

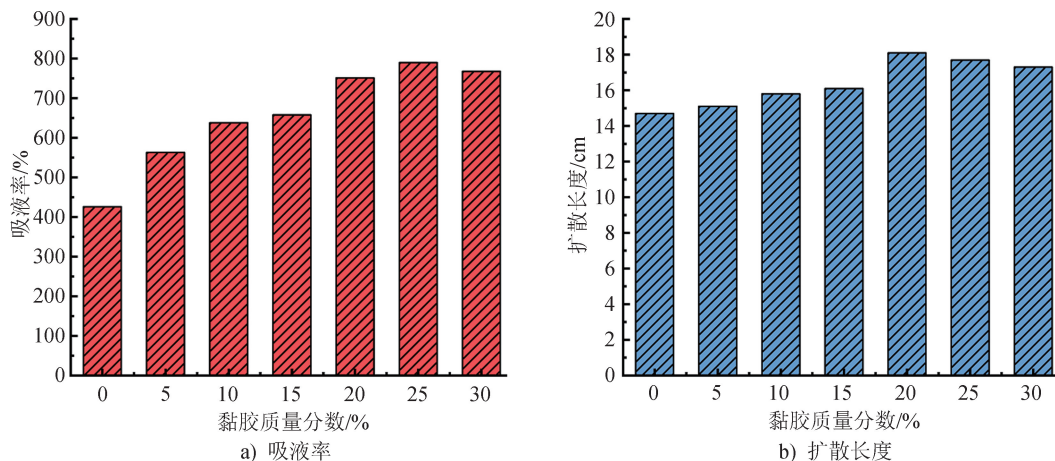


图 4 不同纤维混合比例试样的吸液率和扩散长度

Fig. 4 Liquid absorption rate and diffusion length of samples with different fiber mixing ratios

GB/T 21655.2—2019 中对水分管理的评价标准:将各评价指标换算为对应的等级,其中 5 级最好,1 级最差。不同纤维混合比例的试样的液态水分管理性能测试结果如表 1 所示。由表 1 可以看出,所有试样的渗水面浸湿时间均在 3 s 内,达 5 级标准。其中,黏胶纤维质量分数为 10% 时试样的浸湿时间小于 2 s、下层液态水扩散速度大于 7 mm/s,水分管理性能良好。黏胶质量分数为 20% 的试样上下层吸水速率差值较大,表明其在接触液体后可以快速传导与扩散。单向传递指数用于衡量液体从

织物浸水面传递到渗水面的能力^[10]。所有试样的单向传递指数均大于 300,评价等级为 5 级,表明所有试样均具有较好的单向传递性能。其中,黏胶纤维质量分数为 0 的试样的单向传递指数较低,黏胶纤维质量分数为 20% 的试样的单向传递指数最高。

综合考虑不同纤维混合比例黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料的力学性能和导流性能可知,黏胶纤维质量分数为 20% 时,制得的材料性能较优。基于此,确定合适的黏胶纤维与 ES 纤维混合比例为 20/80,即黏胶纤维质量分数为 20%。

表 1 不同纤维混合比例的试样的水分管理性能

Tab. 1 Moisture management performance of samples with different fiber mixing ratios

黏胶纤维质量分数/%	渗水面浸湿时间/s	吸水速率/(%·s ⁻¹)		液态水扩散速度/(mm·s ⁻¹)		单向传递指数
		上层	下层	上层	下层	
0	2.15	33.72	66.31	4.68	7.27	728
5	2.25	28.49	62.45	3.65	6.27	881
10	1.87	34.32	65.97	4.75	7.23	903
15	2.53	27.12	62.32	3.82	5.96	916
20	2.25	26.19	65.61	3.96	6.54	962
25	2.34	40.71	67.12	3.69	5.89	915
30	2.34	41.58	64.46	3.56	5.71	881

2.2 热轧温度对消毒吸附干巾表层材料性能的影响

2.2.1 对力学性能的影响

点黏合热轧利用加热辊对纤网进行加热加压,使纤网中的局部纤维软化熔融,冷却后得以加固^[11-12]。ES 纤维为皮芯结构,皮层 PE 的熔融能够增强纤维间的相互作用,而芯层 PET 则起骨架支撑作用^[13]。因此,要求加热辊具有适当的温度,温度过高或过低都会对黏合效果产生不利影响,进而影响黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料的力学性能^[14-15]。不同热轧温度的黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料试样的断裂强力测试结果如图 5 所示。

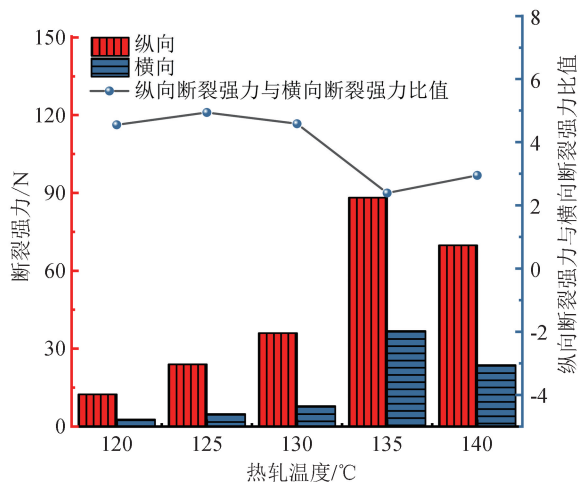


图 5 不同热轧温度试样的断裂强力

Fig. 5 Breaking strength of samples at different hot rolling temperatures

从图 5 可以看出,热轧温度对黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料试样的力学性能有较大影响,随着热轧温度的升高,试样的断裂强力先增大后

减小。这可能是因为热轧温度较低时,ES 纤维中热熔纤维的熔融和流动不够充分,导致纤维间黏结不充分,冷却固化后黏合牢度较低,导致试样手感柔软、轻薄但断裂强力低。随着热轧温度的升高,热熔纤维完全熔融,流动性更好,黏结点增多,黏合牢度增加,从而使试样的断裂强力提高,手感变得硬挺。但当热轧温度过高时,热熔纤维的黏结特性遭到破坏,纤维表面破损,如图 6 所示,部分热熔纤维会黏着在压辊上,对试样结构造成破坏,使制得的黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料中黏胶纤维的占比相对提高,断裂强力也因此而降低。

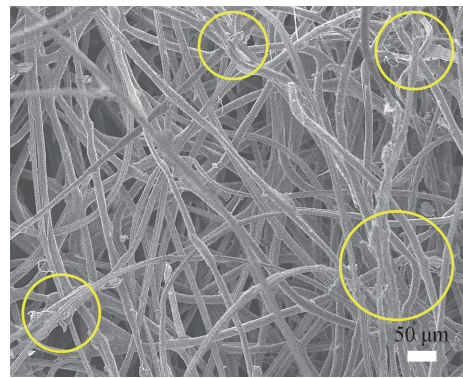


图 6 热轧温度为 140 °C 时试样的扫描电子显微镜图

Fig. 6 Scanning electron microscope image of sample at hot rolling temperature of 140 °C

2.2.2 对导流性能的影响

热轧温度是热轧工序最重要的工艺参数之一,对热轧非织造布的黏合效果和性能有直接影响^[16]。采用合适的热轧温度能够制备出强度高^[17]、渗透性和均匀性好的非织造材料^[18]。因此,合适的热轧温度对消毒吸附干巾表层材料的制备至关重要。

不同热轧温度下试样的吸液率和扩散长度测试结果如图 7 所示。由图 7 可以看出,试样的吸液率

随着热轧温度的上升而逐渐增加,扩散长度在热轧温度为 135 °C 时达最大值 18.1 cm。这可能是因为随着热轧温度的升高,纤维之间的结合更加紧密,形成了更稳定的纤网结构。且截面呈圆形的 ES 纤维熔融后变扁,如图 8 所示,使厚度方向上黏胶纤维之间的距离缩短,导致试样的吸液率和扩散长度增加。当热轧温度为 140 °C 时,由于部分热熔纤维黏着在压辊上,纤维表面遭破坏,黏胶纤维的占比相对增加,纤网的杂乱程度也受到影响,因此吸液率增加,扩散长度减小。

不同热轧温度下试样的液态水分管理性能测试结果如表 2 所示。从表 2 可以看出,不同热轧温度下,试样的单向传递指数均大于 300,表明所有试样

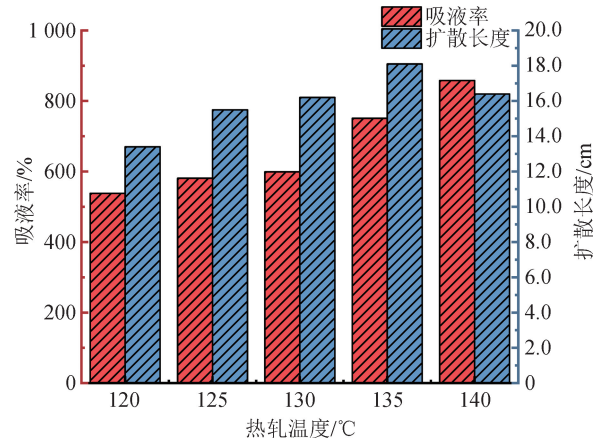


图 7 不同热轧温度试样的吸液率和扩散长度
Fig. 7 Liquid absorption and diffusion length of samples at different hot rolling temperatures

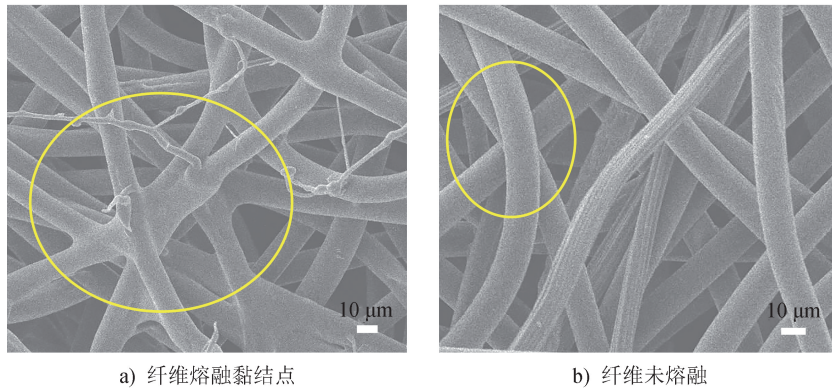


图 8 ES 纤维不同状态下的扫描电子显微镜图
Fig. 8 Scanning electron microscopy images of ES fibers in different states

表 2 不同热轧温度下试样的水分管理性能

Tab. 2 Moisture management performance of samples at different hot rolling temperatures

热轧温度/°C	渗水面浸湿时间/s	吸水速率/(%·s ⁻¹)		液态水扩散速度/(mm·s ⁻¹)		单向传递指数
		上层	下层	上层	下层	
120	2.38	28.46	63.24	3.44	5.63	785
125	2.29	33.95	64.78	3.71	5.96	831
130	2.15	46.47	66.45	4.89	6.61	837
135	2.25	26.19	65.61	3.96	6.54	962
140	2.34	24.56	67.45	3.67	5.94	935

均具有较好的单向传递性能,且热轧温度为 135 °C 时试样的单向传递指数最大,达 962。随着热轧温度的升高,试样的渗水面浸湿时间呈现先减小后增大的趋势。当热轧温度为 130 °C 时,试样渗水面浸湿时间为 2.15 s,小于其他热轧温度下试样的,但此时试样上下层的吸水速率差值较小,液体快速传导与扩散性能较差,单向传递指数相对其他热轧温度

下试样的也较低。热轧温度为 140 °C 时,试样的上下层吸水速率差值比 135 °C 时的差值大,但上下层液态水扩散速度比 135 °C 时的小。

综合考虑不同热轧温度下黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料的力学性能和导流性能可知,热轧温度为 135 °C 时,试样的综合性能较好。基于此,确定制备黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层

材料适宜的热轧温度为 135 ℃。

3 结论

采用黏胶纤维与 ES 纤维混合制备黏胶/ES 纤维热轧消毒吸附干巾表层材料,通过单因素试验,探讨 2 种纤维混合比例和热轧温度对其力学性能和导流性能的影响。综合考虑试样的纵横向断裂强力、吸液率、扩散长度等性能指标,得到优化的工艺参数如下:黏胶纤维与 ES 纤维的质量比为 20/80,热轧温度为 135 ℃。

采用优化工艺参数制备的热轧消毒吸附干巾表层材料,表现出良好的力学性能和导流性能:纵横向断裂强力分别为 88.16 N 和 36.82 N,吸液率为 751%,扩散长度为 18.1 cm,渗水面浸湿时间为 2.25 s,上下层吸水速率分别为 26.19%/s 和 65.61%/s,上下层液态水扩散速度分别为 3.96 mm/s 和 6.54 mm/s,单向传递指数达 962。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

- [1] 默莱贝克. 干燥的无纺布抗菌用品:CN201980089505.0 [P]. 2021-08-24.
- [2] 晓金. 发生聚集性呕吐、腹泻怎么办[J]. 生命与灾害,2022(1):32-33.
- [3] 江曼霞,孙静,张玉兰. 中国一次性卫生用品行业 2015 年概况和市场展望[J]. 造纸信息,2016(10):18-29.
- [4] 上海朗彤环境科技发展有限公司,涿鹿秀源生物科技有限公司. 一种消毒干巾及其制备方法:CN202110828747.6[P]. 2021-10-26.
- [5] 焦宏璞,钱晓明,钱么. 热风复合导流层材料的开发及性能[J]. 上海纺织科技,2020,48(8):56-59.
- [6] 尤鑫鑫,吴海波,朱兵. 低面密度 PE/PP 双组分纺黏非织造布的制备及其性能[J]. 毛纺科技,2022,50(10):1-8.
- [7] 杜雷娟,孙润军. 两种不同热轧黏合方式的非织造产品性能比较[J]. 合成纤维,2015,44(9):47-50.
- [8] 岳鹏飞,李利娜,李艳,等. PP/ES 纤维导流层材料的制备与性能分析[J]. 合成纤维,2021,50(4):26-30.
- [9] 徐小萍,张寅江,靳向煜. 纸尿裤各层结构的作用及吸液机理分析[J]. 产业用纺织品,2013,31(5):19-23.
- [10] 郭晓芸. 织物吸湿速干性能影响因素分析[J]. 纺织检测与标准,2018,4(3):12-16.
- [11] 柯勤飞,靳向煜. 非织造学[M]. 3 版. 上海:东华大学出版社,2004:143.
- [12] ZOBEL S, MAZE B, TAFRESHI H V, et al. Simulating permeability of 3-D calendered fibrous structures [J]. Chemical Engineering Science, 2007, 62(22):6285-6296.
- [13] 尤鑫鑫,吴海波,朱宏伟,等. 双组分纺黏非织造材料结构与性能研究综述[J]. 产业用纺织品,2022,40(10):11-16.
- [14] 张月庆,钱晓明. 热轧工艺对纺黏热轧非织造布力学性能的影响[J]. 产业用纺织品,2011,29(5):21-23.
- [15] 李艳,张得昆,付玮康. 正交试验法优化聚丙烯/玄武岩纤维针刺土工合成材料热轧工艺的研究[J]. 现代纺织技术,2021,29(1):12-16.
- [16] 陈天红,高勤超,王海. 热风热轧 ES 纤维非织造布用梳理机道夫针布的防缠绕措施[J]. 产业用纺织品,2016,34(2):35-38.
- [17] 王孝锋,侯大寅,徐珍珍,等. 热轧黏合工艺参数对非织造材料力学性能的影响[J]. 武汉纺织大学学报,2019,32(4):14-19.
- [18] 梅少君. 热黏合在非织造行业中的应用及前景[J]. 化工管理,2013(8):217.

倡导绿色生活 共创美好未来