

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017070040504

棉纤维抗菌整理工艺探讨

贺光福

(珠海励联纺织染工业有限公司,广东 珠海 519050)

摘要:结合毛纺散纤维染色后再进行纺纱的工艺特性,采用具有广谱抗菌性能和安全性能的抗菌剂(HeiQ Pure TF)对染色后的棉纤维进行抗菌整理。通过对浸渍方法、脱水、烘干等纤维抗菌整理工序的工艺优化,使生产中抗菌剂用量高、纤维带液率不稳定等技术问题得到了有效解决,并对经抗菌整理的棉纤维进行纺纱生产,测定了纱线产品的抗菌和耐洗性能。结果表明,经抗菌整理后的棉纱产品对革兰氏阳性和阴性菌的细菌减少率大于90%,产品具有抗菌和耐洗效果。棉纤维抗菌整理的成功开发实现了毛纺散纤维抗菌整理的工艺突破,拓展了毛纺企业开发功能性纺织品的设计思路。

关键词:棉纤维;抗菌整理;耐洗性能;散纤维染色

中图分类号:TS 131.8 文献标志码:A

Study on antibacterial finishing process of cotton fiber

HE Guangfu

(Zhuhai Lewaunion Spinning Knitting & Dyeing Company Limited, Zhuhai, Guangdong 519050, China)

Abstract: Combined with the characteristics of dyeing-spinning process of woolen spinning loose fiber, antibacterial finishing of dyed cotton fiber was taken with broad-spectrum and safety antibacterial agent (HeiQ Pure TF), the process of impregnation method, dehydration, drying, etc. were optimized and the technological problems of high concentration antibacterial agents and instability liquid rate in fiber were solved. After spinning production of the antibacterial treated cotton fiber, the antibacterial and washability performance of the yarn products were tested. The results showed that, the gram positive and gram negative bacterial reduction rate of finished cotton products is higher than 90%, the antibacterial and washability effect is also good. The successful development of antibacterial cotton fiber is a technology breakthrough in antibacterial finishing for woolen spinning loose fiber, and it expands the design methods of wool textile enterprises in developing functional textiles.

Keywords: cotton fiber; antibacterial finishing; washability; loose fiber dyeing

纤维原料、纱线、织物,甚至成衣,均可通过后整理方式获得抗菌功效,目前抗菌整理研究主要有利用抗菌染料上染、化学改性吸附、纳米银涂层,以及化学试剂交联接枝等。天然纤维由于难以通过纤维改性的方式获得抗菌效果,故目前天然纤维纺织品主要采用后加工的方式增加其功能性^[1-2]。本文根据用户和新产品开发需要,选择 Huntsman 公司生产的 HeiQ Pure TF 抗菌整理剂对染色后的棉纤维进行抗菌后整理,经检验该抗菌剂具有广谱抗菌效果,

对人体无害、热稳定性好等优点。棉纤维抗菌整理的工艺原理是将染色后的棉纤维通过浸渍法,使抗菌剂以吸附的方式进入棉纤维内部及包覆在纤维的表面,形成一层抗菌膜,再将经抗菌处理后的纤维按工艺进行纺纱生产,以获得抗菌性能。

1 实验

1.1 原料、试剂及设备

原料:精梳棉条。

试剂:用于棉花染色的活性染料及助剂,HeiQ Pure TF 抗菌整理剂,亲水性硅柔软剂。

设备:GF241-250 型散纤染缸,D-5100 型自动脱水机,LWD-3 型热风式平板烘干机。

收稿日期:2017-07-10

作者简介:贺光福,工程师,主要从事纺织品开发与检验工作。E-mail:hegfucome@163.com。

1.2 抗菌整理

采用浸渍法,用抗菌剂 HeiQ Pure TF 对棉纤维进行抗菌整理,并将整理后的纤维按工艺纺纱,使最终纱线产品具有抗菌功能。

工艺流程:散棉染色→脱水→烘干→抗菌浸渍处理(抗菌剂、柔软剂)→脱水(带液率 70%~80%)→烘干→纺纱。

1.3 抗菌性测试

抗菌纤维或纺织品的抗菌方式有溶出型和非溶出型,溶出型样品中的抗菌剂可在培养基上样品的周围扩散并形成抑菌环,在抑菌环内的细菌均会被杀灭并不再生长;非溶出型样品周围不会形成抑菌环,但与样品接触的细菌均会被杀灭,细菌在样品上无法存活、繁殖,这种方式亦称吸附灭菌。与之对应的抗菌功能测试方法分为 2 类:定性法和定量法^[3-5],定性法适用于测试溶出型抗菌剂,而定量法适用于测试非溶出型抗菌剂,本文棉纤维抗菌整理使用的 HeiQ Pure TF 属非溶出型抗菌整理剂。根据产品最终市场,选用目前被广泛采用的纺织品抗菌性能定量测试方法 AATCC 100—2012《纺织材料抗菌整理剂的评价》对生产的棉纱进行抗菌测试,实验菌种采用金黄色葡萄球菌(革兰氏阳性菌 ATCC6538)与肺炎杆菌(革兰氏阴性菌 ATCC4352)。细菌减少百分率计算公式为:

$$R = (B - A) / B \times 100\%$$

式中:R 为细菌减少百分率;A 为抗菌整理试样与细菌接触培养 24 h 后回收得到的细菌数;B 为抗菌整理试样与细菌接种后立即回收(“0”接触时间)得到的细菌数。细菌减少百分率越高,说明抗菌效果越好。

1.4 耐洗性测试

抗菌能力保持的长久性是考验抗菌棉花纤维抗菌功能的关键,参照 AATCC 135—2012《织物经家庭洗涤后尺寸变化的测定》,对实验制得的抗菌棉花纱线进行耐洗涤性能测试,洗水程序采用该标准中的 Test No. (2) IID 进行。纱线经上述条件洗涤后,按 1.3 方法测试抗菌性。

2 结果与讨论

2.1 棉纤维抗菌前预处理

棉纤维先按染色工艺进行染色,然后对纤维进行皂洗处理,以去除纤维上的残留助剂及未与纤维素发生键合反应的染料,这是因为 HeiQ Pure TF 抗菌整理剂原理是抗菌银离子分散在二氧化硅中,处理后在纤维上形成一层抗菌膜,若浸渍时纤维表面

上附着其他化合物,则将直接影响棉纤维对抗菌剂的吸附和吸收,降低二氧化硅在纤维上的成膜牢度,进而影响到棉纱的抗菌性能和耐洗性能^[6-8]。皂洗处理工艺为:皂洗剂为 1.0 g/L、温度为 75 °C、时间为 20 min。

为保证浸渍时抗菌剂能快速吸附在纤维上,皂洗完成后将纤维吊出染缸进行脱水和烘干,纤维脱水时间控制在 10 min 以上,以使棉花纤维含水率最低,脱水后将纤维在平板烘干机烘干,保证纤维得到充分干燥。

2.2 抗菌剂用量对抗菌效果的影响

抗菌剂的用量直接关系到棉纤维抗菌效果,采用不同抗菌剂 HeiQ Pure TF 用量对棉纤维进行处理,细菌减少率结果如图 1 所示。

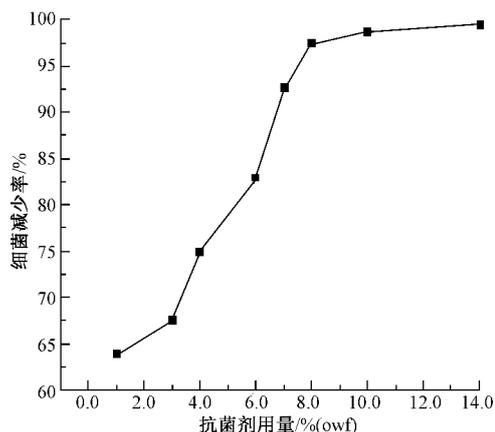


图 1 抗菌剂用量与细菌减少率的关系

由图 1 可以看出,抗菌剂用量为 1% (owf) 时,细菌减少率为 63%,此时整理后的棉纤维抗菌性能较差,但随着抗菌剂用量的提高,细菌减少率逐渐增大,当抗菌剂用量为 8% (owf) 时,细菌减少率为 97%,此时纤维具有较好的抗菌效果。继续提高用量时,抗菌效果继续提高,从节约药品以及抗菌效果进行考虑,选取 8% (owf) 的抗菌剂为最佳用量。

2.3 抗菌整理工艺措施

经过染色烘干后的棉纤维可进行抗菌整理,抗菌整理采用浸渍法,整理时与柔软整理同浴进行,因抗菌剂是阳离子特性,应避免与阴离子柔软剂合用。由于抗菌和柔软同浴处理会造成二者竞争吸附,所以在不影响纤维手感的情况下,应尽量减少柔软剂的用量,以使抗菌剂优先吸附在纤维的表面和内部。棉纤维抗菌浸渍工艺处方为:HeiQ Pure TF 抗菌整理剂 8% (owf),亲水性硅柔软剂 0.5% (owf),pH 值 4~6 用冰醋酸调节。

由于 HeiQ Pure TF 抗菌整理剂成本较高,一次浸渍后的残液内还含有大量整理剂,若此时将浸渍

液排出,浪费整理剂的同时,也增加了废水处理负担,提高了生产成本。通过生产实践并参考染色生产中的深色筒子纱续缸染色法,抗菌整理亦可采用续缸浸渍的方法降低成本。续缸浸渍法是指在第1缸抗菌浸渍整理后,取出纤维进行后一步处理,而第1缸的抗菌整理液不排出,再按比例补充一定量的抗菌整理剂和柔软剂,继续浸渍第2缸^[9-10]。因考虑抗菌效果续缸浸渍补料最多进行3次,所以可把染色烘干后的纤维平均分为3份,浸渍工艺流程为:HeiQ Pure TF 抗菌整理剂→亲水性硅柔软剂→醋酸(pH值4~6)→浸渍(50℃,40 min)→吊出缸待脱水。

第2、3缸工艺流程同第1缸浸渍法,只是要在前一缸剩余的残液中加入续缸补充液,经多次实验确定第2缸补充抗菌整理剂70%,补充亲水性硅柔软剂65%。

2.4 脱水带液率确定

经过抗菌剂处理的棉纤维能否保持持久的抗菌性,与纤维上吸附的抗菌剂数量有重要关系,这就要求纤维在烘干前有较高的带液率,纤维带液率越高,所吸附的抗菌剂越多,烘干后的抗菌效果越好,但纤维过湿,对平板烘干工序造成不利影响,且高温焙烘时间长,易造成纤维的黄变和色变。纤维脱水后的带液率控制在70%~80%时抗菌效果稳定,烘干时的工艺可控。

纤维带液率的测试原理是将棉花原料完全浸湿后,按规定的脱水时间进行脱水,测得抗菌整理染色生产中棉花原料烘干前水的含量,其计算方法为:

$$\text{纤维带液率} = (\text{脱水后样品质量} - \text{测试前样品质量}) \div \text{测试前样品质量} \times 100\%$$

采用德国D-5100自动脱水机对纤维在不同脱水时间的带液率进行测试,结果见表1。

表1 纤维原料在不同脱水时间的带液率

测试前样品质量/kg	脱水后样品质量/kg	含水率/%	脱水时间/min
10	22.50	125.0	0.5
10	22.45	124.5	0.5
10	17.52	75.2	1.0
10	17.43	74.3	1.0
10	15.17	51.7	2.0
10	15.00	50.0	2.0

由表1可以看出,棉纤维脱水1 min后含水率在70%~80%之间,按此方法可得到稳定的纤维带液率值。

2.5 烘干条件确定

烘干温度对纤维的抗菌性能有重要影响,这是因为烘干温度直接关系到抗菌剂与棉纤维的交联吸附程度,若温度过低,纤维与抗菌剂无法充分交联吸附,使抗菌性能下降,而温度过高,则可能引起抗菌剂分子结构变化及纤维发生黄变。

棉纤维抗菌整理的最佳烘干温度为120℃,在此温度下,抗菌剂能较牢固的吸附在纤维上,另因纤维带液率较高,烘干时应调整毛耙隔距,使纤维尽量摊薄在平板上,以保证纤维充分干燥和节约烘干时间,实际生产烘干时间应保持在1 h左右,以便抗菌剂与纤维充分吸附。

2.6 纺纱生产工艺

抗菌整理对纺纱工艺没有特殊要求,仅需按正常纺纱工艺即可。将抗菌整理后的纤维纺制成55.6 tex棉纱,纺纱工艺流程为:混毛→FB219梳棉机→FA306并条机(三并)→A454粗纱机→EJM469细纱机→络筒→并线机→倍捻机。

生产中需要注意的是:混毛时不能加入阴离子型的和毛油和抗静电剂,以免与阳离子抗菌剂发生中和沉淀,可选用阳离子和非离子型和毛油和抗静电剂进行混毛生产。

2.7 抗菌性能

抗菌功能是抗菌棉纤维最重要的功能之一,而保持长久抗菌能力也是最为关键的问题,采用美国AATCC 100—2012《纺织材料抗菌整理剂的评价》对抗菌整理的棉纤维所纺纱线进行抗菌性能测试,结果见表2。采用美国AATCC 135—2012《织物经家庭洗涤后尺寸变化的测定》中洗涤程序对棉纱进行5次水洗,水洗后再按定量法测试抗菌性能,纱线的抗菌耐洗性能测试结果见表3。

表2 纱线水洗前抗菌性能测试

测试菌种	细菌浓度/ (10 ⁵ cfu·mL ⁻¹)	测试 样品	接触时间内回收 细菌数/cfu		细菌减 少率/%
			0	24 h	
金黄色葡萄球菌 ATCC 6538	1.2	抗菌处理样	1.0×10 ⁵	2.5×10 ³	≥97.5%
		对照样	1.0×10 ⁵	2.3×10 ⁶	
肺炎杆菌 ATCC 4352	1.4	抗菌处理样	1.1×10 ⁵	4.5×10 ³	≥95.9%
		对照样	1.1×10 ⁵	1.6×10 ⁷	

由表2可见,抗菌棉纱对金黄色葡萄球菌和肺炎杆菌具有优良的抗菌性,未经洗涤的棉纱细菌减少率在95%以上。表3反映了织物的耐洗性,随着洗涤次数的增加,抗菌性会有所降低,但在洗涤5次后,细菌减少率仍在90%以上,说明经过抗菌整理剂处理的棉纤维所纺纱线抗菌性能和耐洗性能优

良,达到了抗菌指标要求。

表 3 纱线经 5 次水洗后抗菌性能测试

测试菌种	细菌浓度/ ($10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$)	测试 样品	接触时间内回收 细菌数/cfu		细菌减 少率/%
			0	24 h	
金黄色葡萄球菌 ATCC 6538	1.2	抗菌处理样	1.0×10^5	7.7×10^3	$\geq 92.3\%$
		对照样	1.0×10^5	2.5×10^6	
肺炎杆菌 ATCC 4352	1.4	抗菌处理样	1.1×10^5	1.0×10^4	$\geq 90.9\%$
		对照样	1.1×10^5	1.6×10^7	

3 结 论

① 抗菌剂在棉纤维上的附着量直接影响产品的抗菌性能,附着量受浸渍工艺、脱水带液率、烘干条件等因素影响,通过优化这些因素,不仅可使棉纤维获得较高的吸附量,使抗菌性能达到标准,又可提高抗菌剂的利用率。

② 棉纤维进行抗菌整理后纺制的纱线达到了抗菌和耐洗要求。抗菌整理采用染色后浸渍方法,操作简单,实用有效,通过续缸浸渍法可降低生产成本,提高经济效益。棉纤维抗菌整理的成功实现了散纤染色抗菌整理的工艺突破,拓展了毛纺企业开发功能性纺织品的设计思路。

参考文献:

- [1] 吴颖,王建平. 功能性纺织品的评价方法与标准化现状(一)[J]. 印染, 2007(8): 41-44.
- [2] 张云发,霍瑞亭. 抗菌整理剂的种类及发展趋势[J]. 济南纺织化纤科技, 2009(2): 31-33.
- [3] 何乃普,宋鹏飞,王荣民,等. 甲壳素/壳聚糖及其衍生物抗菌研究进展[J]. 高分子通报, 2004(6): 14-17.
- [4] 邵明,赵敏,周翔. 棉织物纳米银抗菌整理[J]. 印染, 2006(10): 1-4.
- [5] 朱亚伟,任学宏,胡韵. 纺织品抗菌整理加工现状[J]. 印染助剂, 2005(1): 10-14.
- [6] 王小娟,纪惠军,陆少峰. 新型抗菌整理剂 WP-1 对毛织物的应用研究[J]. 毛纺科技, 2015, 43(2): 28-30.
- [7] 滕志强,朱平,张建波,王炳. 纳米材料的分散及在棉织物抗菌整理中的应用[J]. 纺织导报, 2005(6): 93-96.
- [8] 刘心,严柳君,秦雪松,等. 抗菌整理剂在棉纺织品上的应用[J]. 纺织科学研究, 2003(1): 17-21.
- [9] 赵冬梅,唐婷,任进和. 深色筒子纱染色生产实践[J]. 印染, 2010(24): 18-19.
- [10] 何源,徐成书,师文钊. 织物抗菌整理研究进展[J]. 印染, 2013(16): 50-54.