

## 棉短绒非织造布吸油性能测试与评价

魏玉君<sup>1</sup>, 夏朝阳<sup>2</sup>, 徐丽丽<sup>3</sup>, 徐广标<sup>3</sup>

(1.成都纺织高等专科学校, 四川 成都 611731; 2.浙江严牌过滤技术股份有限公司, 浙江 台州 210061)

(3.东华大学 纺织学院, 上海 201620)

**摘要:** 棉短绒属于天然纤维, 纤维长度短, 在纺织上的应用有限, 但是其具有廉价、可降解的优势, 因而在油液污染处理方面受到重视。以棉短绒为主体原料, 利用针刺工艺制备棉短绒非织造布, 以吸油倍率、保油率、芯吸高度 3 个指标评价棉短绒非织造布絮片对不同油液的吸油性能。结果发现, 棉短绒非织造布吸油倍率在 9.37~19.25 g/g, 保油率在 83.62%~98.84%, 芯吸时间 60 min 时, 基本达到稳定, 表现出油液快速上升、缓慢爬升和芯吸高度稳定这 3 个阶段, 非织造布经纬向及油液性能差异导致芯吸高度略有差异。

**关键词:** 棉短绒; 丙纶; 非织造布; 吸油性能

**中图分类号:** TS176.5

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2044(2018)08-0052-03

## Testing and evaluation of oil absorption performance in non-woven cotton linters

WEI Yujun<sup>1</sup>, XIA Chaoyang<sup>2</sup>, XU Lili<sup>3</sup>, XU Guangbiao<sup>3</sup>

(1.Chengdu Textile College, Chengdu 611731, China)

(2.Zhejiang Yanpai Filtration Co., Ltd., Taizhou 210061, China)

(3.College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Cotton linters are natural fibers and have limited application in textile industry due to their short fiber length. However, they have become a hotspot in the field of oil pollution treatment because they are cheap and degradable. The cotton linters are treated as the main raw material, and different non-woven cotton linters are fabricated by the acupuncture process. Three indicators including oil absorption rate, oil retention rate, and wicking height are measured to evaluate the oil absorption performance of non-woven cotton linters to different oils. The results show that the oil absorption and retention rates of non-woven cotton linters are approximately 9.37~19.25 g/g and 83.62~98.84%, respectively. The stable state is 60 minutes of wicking time in the nonwovens and consists of three stages including the rapid rise in oil, slow climb of oil, and final state of high wicking stability. These phenomena are affected by the slightly different wicking heights of the warp and weft directions of the non-woven material, and differences in the oil properties.

**Key words:** cotton linter; polypropylene; non-woven fabric; oil absorbency

天然有机吸附材料, 特别是纤维类材料, 具有优良的吸附性能, 并且资源丰富, 廉价易得, 使用后易降解, 在清理漏油污染方面受到广泛关注<sup>[1-10]</sup>。

棉短绒是籽棉经轧花厂加工, 被剥去用于纺织的棉纤维后, 又反复多次经过剥绒机加工而得到的长度较短的棉纤维。我国有丰富的棉短绒资源, 大量的棉短绒由于不适合纺织加工而得不到充分利用。针刺法加工非织造布是一种有效快速的纺织加工方式<sup>[11-12]</sup>。本文以棉短绒与丙纶以 8:2 的质量比混合作为原料, 利用针刺工艺制备出不同面密度的棉短绒非织造布, 测试评价其对不同油液的吸油性能, 为其在吸油领域的应用提供依据及指导。

## 1 试验

### 1.1 原料

收稿日期: 2018-06-20

作者简介: 魏玉君(1978—), 女, 讲师, 主要从事纺织材料、高分子环境材料方面的研究。

通信作者: 徐广标。E-mail: guangbiao\_xu@dhu.edu.cn。

试验原料为不能进行纺织加工的废弃棉短绒纤维, 呈黄灰色; 丙纶短纤维, 本白色。

棉短绒非织造布是一种经针刺工艺制成的纤维集合体, 以棉短绒纤维为主体, 丙纶提供骨架结构, 以防止棉短绒非织造布在实际使用过程中散解。丙纶密度小, 为 0.9 g/cm<sup>3</sup>, 可为棉短绒非织造布成品在实际使用中提供一定的浮力。将棉纤维和丙纶以 8:2 的质量比混合, 再经过喂入、开松、梳理、铺网、预刺工序制成棉短绒非织造布成品。

采用针刺工艺制备 3 种不同面密度的棉短绒非织造布, 经过扫描电镜观察, 可以看出, 棉短绒非织造布的孔隙率很大, 较大的孔隙率对产品的吸油性能具有重要意义。3 种面密度的短绒非织造布的结构参数见表 1。

表 1 棉短绒非织造布试样的结构参数

项目	1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>
孔隙率/%	92.45	94.05	97.31
厚度/mm	4.35	4.01	3.15
面密度/(g·m <sup>-2</sup> )	400	200	100

## 1.2 试验油液

试验所用油液有汽油、柴油、润滑油。油液的特征参数采用 DCAT11 型表面张力测量仪(德国 dataphysics 有限公司)和 SNB-2 型数字旋转粘度计(上海方瑞仪器有限公司)进行测试,其测试结果见表 2。

表 2 液体特征参数

项目	柴油	机油	润滑油
密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	0.87	0.89	0.88
粘度×10 <sup>-3</sup> /(Pa·s)	257.61	274.40	200.40
表面张力×10 <sup>-3</sup> /(N·m <sup>-1</sup> )	30.27	31.67	30.05

## 1.3 测试与评价指标

### 1.3.1 吸油倍率

吸油倍率是指试样吸收的油液质量与试样质量的比值。

在常温条件下,取 50 mL 的油液放入 100 mL 的烧杯中,称取适量试样,质量记为  $m_0$ ,放入油液中,15 min 后取出放在滤网上静置,15 min 之后称量,记为  $m_1$ 。试样的吸油倍率计算见式(1):

$$q = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \quad (1)$$

式中: $q$ ——吸油倍率,g/g;

$m_0$ ——试样吸油前的质量,g;

$m_1$ ——试样吸油后的质量,g

### 1.3.2 保油率

保油率是指饱和吸油后的试样在恒定条件下放置 24 h 后剩余油量与饱和油量的比值。

在常温条件下,将 100 mL 纯油倒入 500 mL 烧杯中,将规定质量试样置于油表面,15 min 后过滤于滤网上,静置 15 min 后称重。然后将试样在常温环境下静置 24 h 后称重。试样的保油率计算见式(2):

$$b = \frac{m_3 - m_0'}{m_2 - m_0'} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $b$ ——试样的保油率,%;

$m_0'$ ——试样吸油前的质量,g;

$m_2$ ——试样吸油后的质量,g;

$m_3$ ——静置 24 h 后的试样质量,g

### 1.3.3 芯吸高度

参照 FZ/T 01071—1999《纺织品 毛细效应试验方法》,根据 YG(B)871 型毛细效应测量仪的原理,测试试样的芯吸效应。将试样剪成长 25 cm、宽 2.5 cm 的条状,经纬向各取 3 条。将试样条垂直悬挂在铁架台上,在试样正下方放置盛有油液的烧杯,使试样垂直浸

入油液的长度为 1 cm,每 10 min 量一次高度并记录。60 min 之后将试样取出,记录最终高度,取其均值。

## 2 结果与讨论

### 2.1 吸油倍率

根据吸油倍率的测试方法,测得不同规格棉短绒非织造布的吸油倍率见表 3。

表 3 棉短绒非织造布的吸油倍率 g/g

项目	1#	2#	3#
柴油	9.60	14.75	16.83
润滑油	10.29	15.00	19.25
机油	9.37	14.21	15.78

从表 3 可以看出,3 种不同规格试样的吸油倍率都在 9 g/g 以上,最大吸油倍率为 19.25 g/g。各试样对于润滑油的吸油倍率最大,其次是柴油,最小的是机油。这跟油液的粘度和表面张力有关,造成油液在试样内部的流动性有所不同,进而导致棉短绒非织造布对不同油液的吸油倍率不同。

3#试样由于具有最小的面密度和最大的孔隙率,其对各种油液的吸油倍率均优于其他两种试样。表明棉短绒非织造布的内部结构即纤维间的空隙结构和纤维内部的结构对吸油性能有很大的影响。此外,棉短绒纤维的转曲和空腔也是影响油液吸附的重要因素。

### 2.2 保油率

根据保油率的测试方法,测得不同规格棉短绒非织造布的保油率见表 4。

表 4 棉短绒非织造布的保油率 %

项目	1#	2#	3#
柴油	98.84	97.05	91.05
机油	98.96	98.34	95.72
润滑油	85.52	83.62	89.78

由表 4 可以看出,棉短绒非织造布保油率均在 85% 以上,最高可达 98.96%。这是因为棉短绒非织造布主体原料为棉短绒,棉纤维的空腔及三维转曲结构对油液具有较高的储存能力。3 种棉短绒对于机油的保油率最大,其次是柴油,最小的是润滑油。这是由于机油粘度最大,柴油的粘度其次,最小的是润滑油。粘度越大,其粘滞性越好,在试样内部的流动性越差,保油率越好。

3 种不同面密度棉短绒非织造布也表现出不同的保油效果。其中 1# 试样对柴油和机油的保油率较高。这主要是因为 1# 试样较其他两种产品纤维含量多,能

使纤维表面和内部黏附更多的柴油和机油。而对于润滑油,由于其粘度低,纤维的表面黏附效果不是特别好,主要靠棉短绒非织造布的内部空隙的毛细效应来吸附油液,因而,表现出高的纤维含量并不一定得到很高的保油率。3#试样由于孔隙率大,内部的毛细效应更加明显,因而对润滑油表现出更好的保油率。

### 2.3 芯吸高度

经过研究发现,棉短绒非织造布对不同油液的芯吸高度、芯吸过程和规律相似。本文以棉短绒非织造布对柴油的经向芯吸过程为例,探究其芯吸高度和时间的关系,见图1。

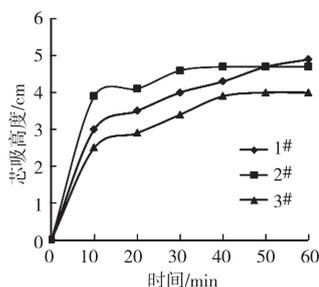


图1 棉短绒非织造布对柴油的经向芯吸过程

从图1可以看出,芯吸过程大致可以分为3个阶段:0~10 min为第1阶段,芯吸高度快速增长;10~40 min为第2阶段,随着时间的增长,芯吸速度开始下降,这是芯吸速度变慢的阶段;最后阶段为40~60 min,芯吸高度基本平稳不再上升。柴油在经过60 min芯吸过程之后,芯吸高度趋于平稳,说明柴油在有效长度内达到饱和后不再向上继续传递。棉短绒非织造布的面密度对柴油最终达到平稳后的经向芯吸高度有很大的影响。对于柴油,面密度越大,棉短绒非织造布对柴油达到饱和的芯吸高度越高。

棉短绒非织造布对各种油液经、纬向达到饱和时的芯吸高度见表5。

表5 棉短绒非织造布达到稳定时的芯吸高度 cm

项目		1#	2#	3#
柴油	经向	4.67	4.37	4.00
	纬向	4.43	4.27	3.30
机油	经向	3.57	3.40	3.23
	纬向	3.37	3.17	2.80
润滑油	经向	4.77	4.90	4.93
	纬向	4.03	4.10	4.10

从表5可以看出,棉短绒非织造布芯吸高度一般在4 cm左右,经向略大于纬向。对于油液来说,润滑油的芯吸高度最大,其次是柴油,最小的是机油。这主

要与油液粘度和表面张力有关。对于粘度比较大的柴油和机油,1#试样表现出较高的芯吸高度。而3#试样对粘度比较小的润滑油的芯吸高度则相对较大。

### 3 结语

(1)棉短绒非织造布表现出比较好的吸油性能,其吸油倍率在9.37~19.25 g/g,棉短绒非织造布的保油率在83.62%~98.84%。

(2)棉短绒非织造布的芯吸过程分为3个阶段:第1阶段为油液快速上升阶段;第2阶段随着油液在棉短绒非织造布的吸附饱和,油液传递速度稍慢;第3个阶段试样的芯吸高度达到稳定,芯吸因非织造布经纬向和油液性能差异略有不同。



#### 参考文献:

- [1] ALI N, EL-HARBAWI M, JABAL A A, et al. Characteristics and oil sorption effectiveness of kapok fibre, sugarcane bagasse and rice husks: oil removal suitability matrix [J]. Environmental Technology, 2012, 33(4): 481-486.
- [2] CAO S, DONG T, XU G, et al. Oil spill cleanup by hydrophobic natural fibers [J]. Journal of Natural Fibers, 2017, 14(5): 727-735.
- [3] CAO S, DONG T, XU G, et al. Cyclic filtration behavior of structured cattail fiber assembly for oils removal from wastewater [J]. Environmental Technology, 2018, 39(14): 1833-1840.
- [4] CAO S, DONG T, XU G, et al. Study on structure and wetting characteristic of cattail fibers as natural materials for oil sorption [J]. Environmental Technology, 2016, 37(24): 3193-3199.
- [5] CUI Y, XU G, LIU Y. Oil sorption mechanism and capability of cattail fiber assembly [J]. Journal of Industrial Textiles, 2014, 43(3): 330-337.
- [6] LIKON M, REMŠKAR M, DUCMAN V, et al. Populus seed fibers as a natural source for production of oil super absorbents [J]. Journal of Environmental Management, 2013(114): 158-167.
- [7] KHAN E, VIROJNAGUD W, RATPUKDI T. Use of biomass sorbents for oil removal from gas station runoff [J]. Chemosphere, 2004, 57(7): 681-689.
- [8] ANGELOVA D, UZUNOV I, UZUNOVA S, et al. Kinetics of oil and oil products adsorption by carbonized rice husks [J]. Chemical Engineering Journal, 2011, 172(1): 306-311.
- [9] ANNUNCIADO T R, SYDENSTRICKER T H D, AMICO S C. Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills [J]. Marine Pollution Bulletin, 2005, 50(11): 1340-1346.
- [10] 肖伟洪, 王丽华, 丁海新, 等. 天然多孔灯心草对柴油和机油的吸附实验研究 [J]. 江西化工, 2005, 21(2): 68-70.
- [11] 阮一平, 历伟, 侯琳熙, 等. 高吸油材料研究进展 [J]. 高分子通报, 2013(5): 1-8.
- [12] 崔江红, 刘海鹏, 亓国红, 等. 非织造针刺技术研究现状及发展趋势 [J]. 上海纺织科技, 2017(11): 1-4.