

65-69 丙纶熔喷非织造布的亲水整理研究

钱晓明 杨志云 李明达
(天津纺织工学院纺织工程系 天津 300160)

TS174

摘要 讨论丙纶熔喷非织造布经亲水整理后,其亲水性能及其物理机械性能的变化,并分析其变化的原因。

关键词 PP 熔喷非织造布,亲水整理,吸液能力,芯吸速度

分类号 TS174

丙纶

Hydrophilic finishing of polypropylene melt blown nonwovens

Qian Xiaoming Yang Zhiyun Li Mingda
(Dept. of Text. Eng.)

Abstract This paper discusses the changes of the hydrophilic, physical and mechanical properties of polypropylene melt blown fabrics before and after the finishing, and analyses the reasons of these changes.

Keywords PP-melt brown nonwovens, hydrophilic finishing, liquid absorbability, wicking rate

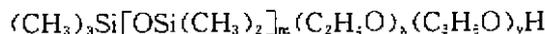
丙纶熔喷非织造布是由聚丙烯切片经熔融挤压直接喷丝而成的超细短纤维非织造布,具有蓬松、柔软、过滤性能好等特点,可用作卫生材料、电池隔板、揩布等,这些用途都要求丙纶熔喷非织造布具有一定的吸湿能力。但由于聚丙烯的非极性结构和极高的结晶度,丙纶熔喷非织造布几乎不吸湿,一般常采用共混、共聚和共纺改性,亦可通过对其进行亲水后整理以改善其吸湿性。本文对以有机硅聚醚作为亲水剂进行后整理的亲水改性情况进行研究。

1 亲水整理过程

收稿日期:1997-05-14; 钱晓明,男,34岁,讲师。

* 天津市 21 世纪青年基金项目

有机硅聚醚是一种聚乙二醇醚型非离子表面活性剂,其结构式为:



其憎水部分在色散力和憎水作用共同作用下与纤维结合,吸附在纤维表面,而具有亲水作用的醚键氧原子由于分子在水中呈曲折状而被置于分子的外侧与水中的氢形成氢键结合,使纤维显示出亲水性能(如图1所示),从而使经其整理后的丙纶熔喷非织造布具有较强的吸湿能力。

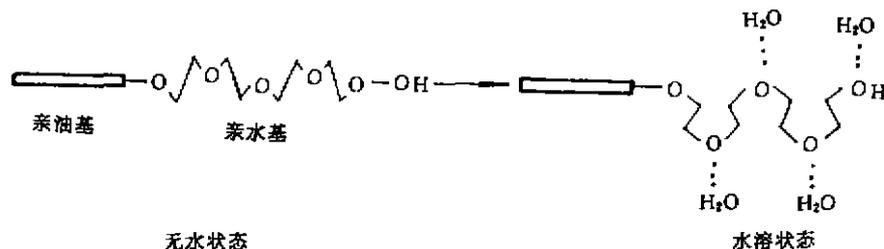


图1 有机硅聚醚亲水作用示意图

丙纶熔喷非织造布的亲水整理过程即为有机硅聚醚亲水整理剂在纤维表面的定向吸附过程。非离子型亲水整理剂在丙纶纤维表面上的吸附量,在一定的程度上,仅随溶液的温度和浓度的增大而增大。

众所周知,亲水剂的浓度决定其溶液的表面张力。当亲水剂的浓度很小时,表面张力随浓度的增大而显著下降;当浓度增大到一定值即临界胶束浓度(CMC)时,表面张力将保持基本稳定不再降低,在此浓度下亲水剂的作用得到充分体现。

在一定的温度下,将有机硅聚醚亲水整理剂以不同的体积比溶于水中,配制成不同体积百分比浓度的亲水整理液,然后通过浸渍的方法施加到定量为 $50\text{g}/\text{m}^2$ 熔喷非织造布上,并在一定的条件下晾干 48h。

丙纶熔喷非织造布定向吸附亲水剂的程度以其吸附率 W 来表示, W 定义为:

$$W = \frac{\text{整理后试样干重} - \text{整理前试样干重}}{\text{整理后试样干重}} \times 100\%$$

从图2可以看出,亲水剂的浓度越大, W 越大,但呈非线性关系。当亲水剂浓度达到一定值时,吸附率 W 随亲水剂浓度的增大而显著减弱。这是因为在吸附开始时,亲水剂分子在纤维表面或平躺或有些倾斜,随着吸附的进行,亲水剂分子便倾向于直立定向,直至纤维表面完全由亲水剂分子所覆盖,而达到饱和吸附。此时的吸附率称为饱和吸附率。其后,随着亲水剂浓度的增加,吸附率缓慢增大,其原因可能是由于多层吸附或形成胶束吸附的缘故。

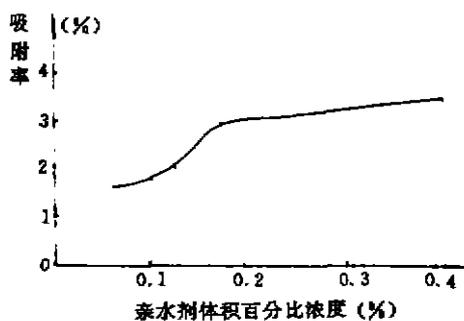


图2 整理后试样上亲水剂含量随溶液浓度的变化

这样经亲水整理后的丙纶熔喷非织造布中原来非极性憎水纤维表面变为亲水表面,使纤维容易被润湿,从而使丙纶熔喷非织造布的亲水性能得到极大的改善。

2 吸附率 W 对亲水性能的影响

亲水性能以试样的吸液率和芯吸速度来表示. 吸液率, 即单位时间内单位重量试样吸收水份的重量占自身重量的百分率, 反映试样的吸湿能力. 芯吸速度, 指单位时间内水上升到垂直置于水中的试样上的高度, 即液升高度, 用以表示经亲水整理后的试样吸水速度的快慢. 测试方法参考德国 DIN 标准, 其标准号分别为 DIN53923, DIN53924. 测试结果如图 3、图 4 和图 5 所示.

2.1 吸附率 W 与吸液能力之间的关系

由图 3 可知, 吸液率最初随吸附率增大而增大, 当增大到一定值后, 便不再随吸附率的变化而变化. 这主要是因为当 W 达到一定的值时, 试样达到饱和吸附, 此时试样与水之间的界面张力已达到最低值, 再增大 W , 并不能增大吸水能力. 这是表面活性剂的一大特性. 至于吸附率随亲水剂浓度变化而趋于最大值的原因, 有人提出是由于胶束形成, 溶液中亲水剂的有效浓度(活度)随总浓度变化有相应的最大值之故.

从图中可以看出, 吸附率在 2% 左右时, 亲水剂分子发挥最大效能, 丙纶熔喷非织造布的吸水能力达到最大.

图中当 $W=0$ 时, 丙纶熔喷非织造布的吸液能力为 70.9%, 这是由于非织造布内众多孔隙可容留少量水份所致.

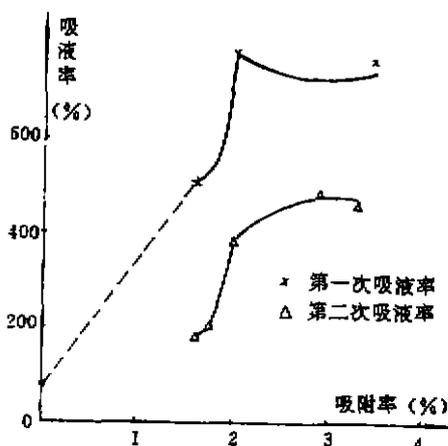


图 3 吸附率—吸液率曲线

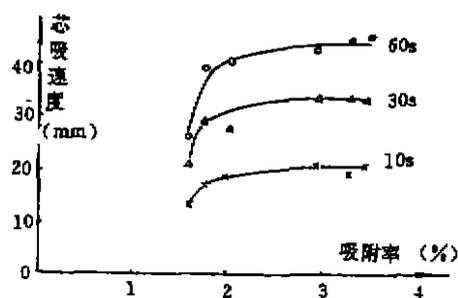


图 4 横向芯吸速度与吸附率曲线

2.2 亲水整理的持久性

亲水剂在丙纶纤维表面的憎水基吸附和色散力吸附都很弱, 亲水剂分子会随时可能从纤维表面脱离又回到水溶液中去. 从二次吸液能力测试结果亦说明这一问题, 如图 3 所示. 因此, 用该种整理方法整理后的产品, 亲水剂分子在纤维表面的吸附还不能保证持久牢固. 只适用制作一次性用品.

2.3 吸附率 W 对芯吸速度的影响

由于丙纶熔喷非织造布纤网中纤维的排列在纵向上存在着差异, 纤维多趋向于纵向排列, 因此在纵向上, 液面的上升高度不仅受表面张力变化的影响, 而且还受到纤维间形成众多

的毛细管孔的影响,在横向上,液体受到与其上升方向几乎成垂直的纤维阻挡,上升阻力较大;因此,芯吸速度在纵向上存在着差异.显然,在同一吸附率下,纵向芯吸速度总是大于横向芯吸速度.

在横向上,吸附率对芯吸速度的影响与吸附率对吸液能力的影响大致相同,均是由于表面张力的变化而引起,即随着吸附率的增大,横向芯吸速度随着增大,当吸附率达到一定值时,芯吸速度变化趋于平缓,见图4.

在纵向上,随着吸附率的增大,纵向芯吸速度先增大,当吸附率增大到一定值时,芯吸速度反而下降,见图5.这主要是由于纵向的毛细吸附效应所造成,如图6所示.

图中, σ_{fa} 为空气与纤维间界面张力; σ_{wf} 为纤维与水间界面张力; σ_{wa} 为水与空气间的界面张力; R 为毛细管半径.

接触角 θ 与表面张力的关系,可用杨(Young)-杜莱(Durie)方程表示:

$$\sigma_{fa} - \sigma_{wf} = \sigma_{wa} \cos \theta$$

同时,根据毛细吸附理论,毛细管内外液体宏观运动对表面张力影响可用拉帕拉斯(Laplace)方程表示:

$$P = \frac{2\sigma_{wa} \cos \theta}{R}$$

式中 P 为毛细管内液体静压力.当 $\theta < 90^\circ$ 时,毛细管压力为正,则液体自动进入毛细管;当 $\theta = 90^\circ$ 时,表面张力不会引起液体的运动;当 $\theta > 90^\circ$ 时,毛细管压力与液体引入方向相反,在无外力作用下,液体会自动从毛细管中抽出.当 $90^\circ > \theta > 0^\circ$ 则有:

$$P = \frac{2(\sigma_{fa} - \sigma_{wf})}{R}$$

随着吸附率的增大,纤维间距增大,即毛细管半径 R 增大, σ_{wf} 减小,但纤维间距的变化相对较小,所以,随着吸附率的增大, P 增大.压力越大,液体的上升速度也就越大,单位时间内液体上升高度也就越大.

当吸附率增大到一定值时,丙纶熔喷非织造布达到饱和吸附,表面张力降到最低值,表面张力几乎不随吸附率变化而变化,所以,在该值以上, σ_{wf} 几乎不变;但此时 R 却在继续增大,因此,当吸附率增大到一定值后,再继续增大吸附率, P 将减小.所以,纵向芯吸速度随着吸附率的增大,先增大而后减小,这一变化的出现,也大致在 2% 左右.

3 亲水整理对丙纶熔喷非织造布物理机械性能的影响

亲水整理对丙纶熔喷非织造布的物理机械性能具有一定的影响,测试结果如表1所示.

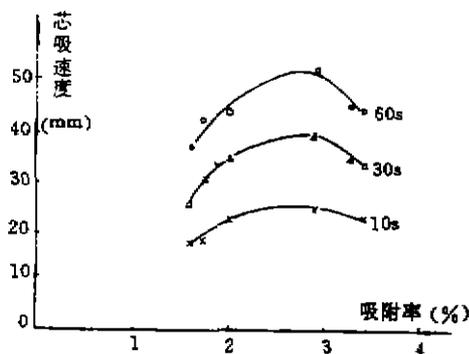


图5 纵向芯吸速度曲线

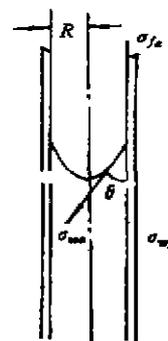


图6 毛细效应与表面张力

表 1 吸附率 W 对丙纶熔喷非织造布机械性能的影响

吸附率 W (%)	0	1.58	1.74	1.96	2.86	3.21
透气性(L/m ² .s)	216.1	219.6	226.4	236.5	248.4	255.9
顶破强力(N)	19.62	17.66	15.70	12.75	11.77	9.67

注:吸附率为 0 即为整理前的试样

从表 1 可以看出丙纶熔喷非织造布在经过亲水整理后,仍然保持着很好的透气性,并有所提高;顶破强力出现一定程度的下降;这主要是由于随着吸附率的增大,纤维间距增大,相互联系减弱,且相互移动变得容易而造成的。这更有利于用作过滤材料和一次性医疗卫生用品。

4 结 论

(1) 用非离子型亲水剂对薄型丙纶熔喷非织造布进行亲水整理时,吸附率随亲水剂的浓度的增大而增大,当试样达到饱和吸附率时,再增大吸附率已无实际意义。

(2) 使用该法进行亲水整理的产品,亲水持久性较差,只适用于用即弃产品。

(3) 在饱和吸附率下,试样的亲水性能达到最佳。

(4) 亲水整理对产品的机械性能有一定的影响,产品的透气性随吸附率的增大而增大,但强力却有所下降。

(5) 本研究由于条件所限,采用浸渍法进行亲水整理,该法尽管简单可行,却易受外界条件的影响,质量难以保证,且费工费时。建议在生产过程中,使用在线喷淋法进行亲水整理。

参 考 文 献

- [美]马克·H 等著,水佑人译.纺织品的化学整理.北京:纺织工业出版社,1984.75
- 赵国玺编.表面活性剂物理化学.北京:北京大学出版社,1984.105
- 杨丽芳译.非织造布材料在吸湿产品中的地位.非织造布,1995,(2),33