

中国纺织大学

CHINA TEXTILE UNIVERSITY

非织造工艺技术研究

RESEARCH ON NON-WOVEN TECHNOLOGY

论文集

靳向煜 主编



中国纺织大学出版社

中国纺织大学非织造工艺技术研究

论文集

靳向煜 主编

中国纺织大学出版社

中国纺织大学非织造工艺技术研究

论 文 集

新向煜 主编

中国纺织大学出版社出版

(上海市延安西路 1882 号 邮政编码:200051)

新华书店上海发行所发行 丹阳兴华印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.25 插页:4 字数:42.9 万

1997 年 2 月第 1 版 1997 年 2 月第 1 次印刷

印数:001—3000

ISBN 7-81038-101-6/N·04

定价:30.00 元

序

中国纺织大学校长 邵世煌

非织造是纺织工业一门新的工艺技术。现代非织造技术与计算机、新材料相结合,综合了纺织、化工、塑料、造纸、印刷等工业技术,充分利用了现代物理学、化学等学科的有关研究成果。一个国家非织造生产技术的发达程度是该国家纺织工业技术进步的重要标志之一,同时在一定程度上反映了这个国家的整体工业化发展水平。非织造技术具有工艺流程短,产量高,原料范围广,产品品种多和应用领域广等特点,在世界范围内非织造布产量保持了持续高速增长的势头,非织造工业被誉为纺织工业中的“朝阳工业”。

由纺织学院非织造工程及材料系主任靳向煜主编的“非织造工艺技术研究”一书,内容涉及到非织造布所用的原料,非织造布结构,非织造工艺技术,非织造布的性能,非织造布产品开发和非织造布发展策略等多方面的研究成果。我校从1958年起就已开始非织造布的研究,1985年成立非织造布研究室。发展至今,正式成立了非织造研究发展中心和非织造工程及材料系,本书的出版,展示了我校非织造研究的专业力量和多年锲而不舍辛勤钻研的成果。

我相信,现代科学技术的迅速发展和纺织科学技术的高新化、综合化趋势,纺织工业对多学科支撑的需求,将促进我校非织造研究发展中心和非织造工程与材料系的发展,使我校纺织学科结构得以更新优化,同时也将促进学校科研与生产单位的进一步合作,提高师资队伍的水平,更新知识结构,提高教学质量,更好地培养我国二十一世纪纺织专业人才,推动我国非织造工业的技术进步。

前 言

非织造生产工艺技术是一门新的综合学科,其进展日新月异,工艺技术不断提高和突破,开拓了人们对非织造工艺技术及产品性能的认识并取得引人注目的发展速度。今后,可以预见,高技术领域在非织造工艺技术的应用仍将不断地获得扩展。

编写本书的目的旨在介绍中国纺织大学在非织造布研究方面的进展和成果,而希藉此书的出版,促进我校与生产工厂和其它科研单位的合作与交流,以努力推动我国非织造布工业的发展。

本书共收录 1984 年至 1996 年期间的论文、科研报告 42 篇,可供从事非织造布生产和相关研究技术人员参考。编者由衷地感谢各位专家奉献出自己的学识从而使本书得以完成。

参加本书编写工作的有靳向煜,吴海波,殷保璞,全书由靳向煜修改、定稿。在本书编写过程中得到了江建明教授的指导,并承马莉萍同志做了大量插图描绘工作,在此表示感谢。

由于我们编审水平所限,书中定有不妥之处,请广大读者指正。

编 者

1996 年 10 月

目 录

水针缠结合成革基布工艺及性能.....	新向煜 李卓端(1)
卫生材料用非织造布纤维的开发	史宗义 吴建东 彭 坚 周 坚(10)
非织造布(基布)用粘合剂及其性能	陈永康 新向煜(14)
热熔粘合非织造布工艺及应用	新向煜 Alfred Watzl(22)
非织造布在医疗卫生领域的应用和发展	新向煜 吴海波(26)
加速发展我国非织造布专用化纤生产	蔡致中 新向煜(31)
机械铺网机运动及其影响	俞镇慌(37)
适合非织造工艺的热粘结纤维及其应用	葛 怡(42)
从全球角度看廿一世纪我国非织造布发展战略	蔡致中 新向煜(46)
水刺法非织造布技术及产品	新向煜(53)
非织造布用聚丙烯纤维与传统纺纱型聚丙烯纤维的差异	新向煜 殷保璞(57)
非织造布力学各向异性与顶破强力的模拟计算	储才元 严灏景(62)
高蓬松性非织造布的加工方法和产品性能的分析比较	储才元(70)
非织造布纤维网的取向度研究	孔令学 胡企贤 余风华(76)
非织造布组分配比微波检测法的研究	李永华 严灏景 储才元 姜 晖(81)
非织造布产品及技术的进展	新向煜 吴海波(88)
粉末型非织造布用粘合剂的开发及其性能	姚旭东 储才元 严灏景(95)
车用废纺非织造布的结构和隔热隔音性能研究	言宏元 新向煜(99)
滤除血液中白细胞的非织造布.....	贺福敏(103)
Soft 聚丙烯纤维及其热轧工艺对非织造布性能的影响	新向煜 吴海波 陈正国(108)
非织造布用热粘合纤维的发展动态与建议.....	蔡致中 新向煜(113)
射流喷网非织造布工艺技术的研究.....	新向煜 吴海波 殷保璞 言宏元(117)
吸油毡的现场生产及其性能.....	殷保璞译 新向煜校(126)
机械破损对针刺非织造布拉伸性能的影响.....	周承元 张军英(132)
热轧非织造布粘合结构的形成.....	赵广兴 严灏景(137)
热粘合聚丙烯纤维.....	蔡致中 新向煜编译(142)
熔喷/纺粘复合非织造布过滤材料的研究	新向煜 吴海波 黄健华(146)
土工布应用技术.....	杨思让 张家铭(152)
中高档粘合衬用热熔胶的助剂.....	王秉新 张守中 范 军 邵耀民(175)
鞋用非织造布合成革的结构与性能.....	新向煜 姚 瑾(181)
影响针刺造纸毛毯(湿毯)性能的主要因素探讨.....	张慧光 兰清华(186)
活性炭聚丙烯非织造布初探.....	新向煜 蓝 胜(191)
热熔粘合聚丙烯熔喷非织造布的结构与性能.....	新向煜 周 坚(194)

熔喷法超细纤维连续式非织造布研制技术报告	新向煜 黄健华 陈柏生 吴海波 应国铎(199)
利用微波法检测非织造布的各向异性.....	赵广兴 严灏景(207)
辽化 71035 聚丙烯树脂熔喷法非织造布应用报告	新向煜 黄健华 陈柏生 吴海波 应国铎(213)
熔喷超细纤维非织造复合隔热材料传热性能.....	新向煜(216)
熔喷聚丙烯纤维非织造布生产工艺参数对其性能的影响.....	新向煜 张慧光(220)
非织造布气流成网横向重量不匀率的测试与分析	陈 浦 王贤琴 徐晓燕 施祖新 王锦宙(225)
关于我国“八五”期间非织造布的研究与开发.....	新向煜 张家骏(228)
熔喷超细纤维非织造布工艺及性能探讨.....	新向煜(236)
熔喷非织造布过滤材料性能的研究.....	柯勤飞 庞韦廉(240)
附录一 国外常用土工布的规格和性能.....	(245)
附录二 中华人民共和国国家标准质量体系设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式	(258)

水针缠结合成革基布工艺及性能

新向煜 李卓端

(中国纺织大学)

提要 本文着重讨论了水刺法、针刺法非织造布的成网工艺,以及水针能量对聚酯纤维和锦/涤分裂型纤维的合成革基布物理机械性能的影响。结果表明,锦/涤分裂型纤维的水刺基本具有优异性能。

随着超细纤维制造工艺的发展,尤其在非织造布中的应用,其用途日益扩展,主要有鞋用革、箱包革、人造麂皮、光学揩布、超滤除尘过滤布、合成纸、微孔过滤介质、高级保暖材料等。传统采用海岛型复合纤维,经针刺法加固,然后将海组份溶去,成为超细纤维组织结构,制成高档合成革基布。溶去海组份方法必须要配备一定的回收装置,经济成本高,资源消耗大。本文采用聚酯和聚酰胺复合橘瓣型分裂纤维,用水针缠结非织造布加固工艺。经梳理成网后,用高压水冲击的物理方法,依靠水力作用分隔纤维,从而形成超细纤维结构的合成革基布。该水针缠结的聚酯/聚酰胺超细纤维非织造合成革基布具有透气、透湿、强度高特点。基布手感柔软,悬垂性好,尤其适合用于 PU 合成革基布。

1 实 验

- (1) 原料为聚酯/聚酰胺分裂型纤维,3D×51mm,16 分裂;聚酯纤维 1.5D×38mm。
- (2) 日本岛津 IR-408 型红外光谱仪,观察复合纤维的特征基团及成份。
- (3) DCS-50 型万能电子强力仪测定拉伸性能,拉伸速度 100mm/min,夹距 100mm,走纸速度 100mm/min。
- (4) 用 Can、Scan 扫描电镜观察纤网和合成革结构。
- (5) 非织造布合成革实验方法参照 GB8949-88 聚氨酯人造革标准。

2 结果与讨论

2.1 纤维的结构与性能

复合分裂型纤维是将聚酯和聚酰胺两种成纤聚合物,利用组份配比、粘度等的差异,分别输入同一个纺丝组件,并在组件中的适当部位汇合,在同一纺丝孔中喷出而形成的纤维。本课题采用的 16 分裂聚酯/聚酰胺复合纤维,经水刺法加固制成合成革基布,利用不同性质的热塑性树脂,制成这类构成单元相互间的交界面纤维,再沿着界面经高压水随机分割取得超细纤维。从红外光谱原理证实,任何一类化学基团,不论它是存在于哪一类化合物中,在红外光谱中出现的特征吸收带的位置基本落在一个较窄的光谱区内,从而区别其纤维种类。图 1 为聚酯/聚酰胺分裂型纤维非织造布红外光谱,图 2 为聚酯纤维非织造布红外光谱,图 3 为聚酰胺纤维

非织造布红外光谱。对照聚酯纤维红外光谱和聚酰胺纤维红外光谱,聚酯/聚酰胺分裂型纤维红外光谱最强谱带 1730cm^{-1} , 特征谱带 1261cm^{-1} 、 1100cm^{-1} 、 1015cm^{-1} 、 730cm^{-1} 与聚酯相吻合,最强谱带 1640cm^{-1} , 特征谱带 1550cm^{-1} 、 3300cm^{-1} , 与聚酰胺相吻合。聚酰胺纤维的加入,基布的柔软性增加,耐磨性,吸湿性得以改善^[1]。

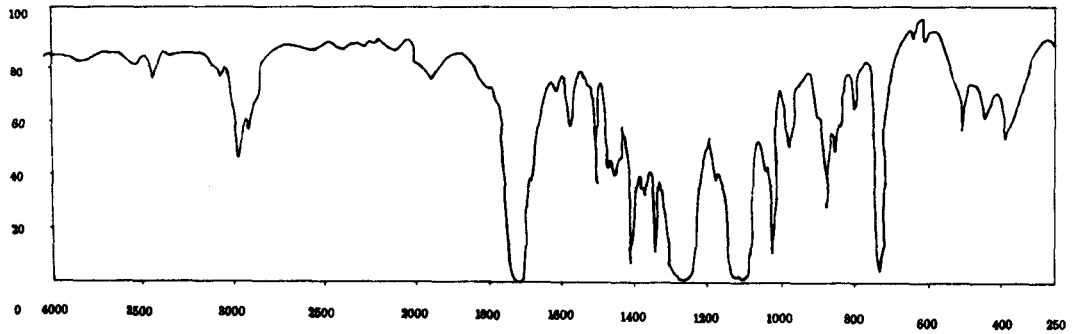


图 1 聚酯纤维红外光谱图

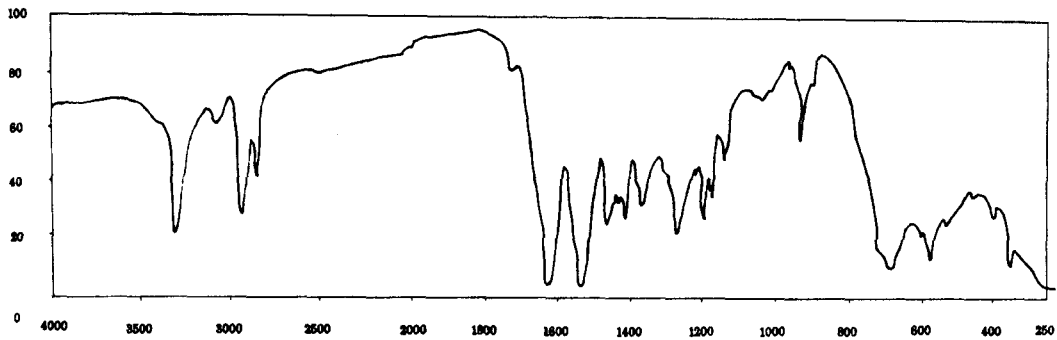


图 2 聚酰胺纤维红外光谱图

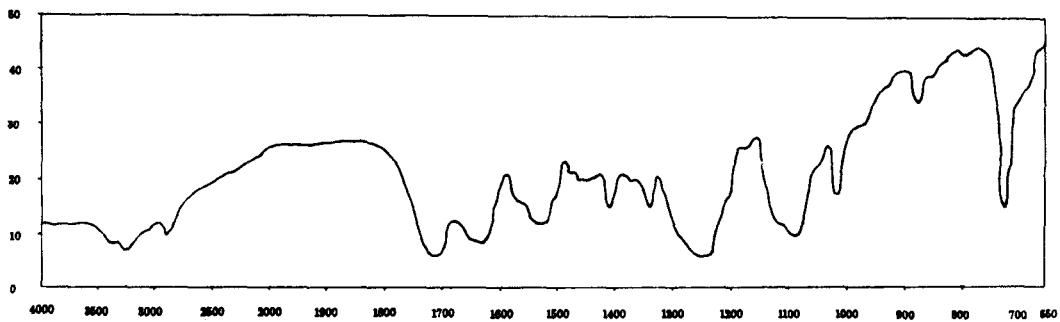


图 3 分裂型 PET/PA 复合纤维红外光谱图

聚酯纤维与聚酰胺纤维均具有良好的结晶性,较高的断裂强度,参见图 4。但它们长链分子的柔性存在差异,聚酯纤维中由于引进了苯环,长链分子显得刚一些,反映在性能方面,它的初始模量比较大,回弹性稍逊于聚酰胺纤维。聚酰胺纤维的长链分子中含有一定数量的、能与水发生亲和作用的酰胺键,故聚酯/聚酰胺分裂纤维合成革基布的吸湿性的提高,对后道 PU 革涂层和 DMF 含浸工艺有利。

强力 / (cN/dtex)

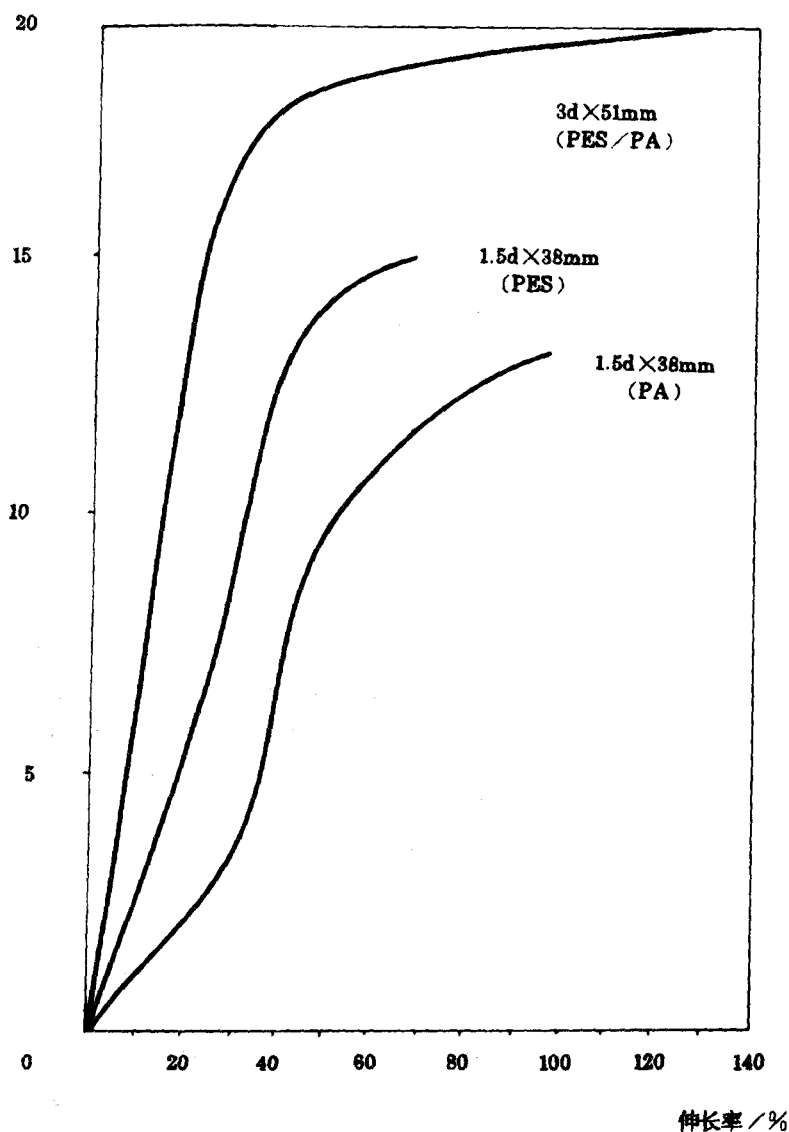


图4 纤维的拉伸曲线

2.2 基布的纤网结构特性

合成革基布对纤网中纤维各向异性排列具有很高的要求,本课题采用大锡林梳理机,双杂乱辊,经交叉铺网后再杂乱牵伸的成网工艺,探讨仅仅是杂乱成网机理与杂乱成网后纤网特性。非织造布的成网工艺是很关键的,根据杂乱成网机理^[2],当纤网由高速旋转的杂乱辊被剥取至速度相对较低的另一杂乱辊时,速度差造成纤网中纤维形态变化,呈扭曲、弯曲及弯钩状。不同的成网工艺和设备配置结果其纤网纵横向强力比各不相同,参见表1。将杂乱辊出来的纤网再经交叉铺网,实验表明纤网的纵横向拉伸强力比显著改进,在定量40g/m²以上时,纤网的拉伸强度可做到MD/CD≤1.5以下,从而满足合成革涂覆工艺的生产技术指标和性能要

求。

表 1 成网工艺与纤网纵横向强度比值

定量(g/m ²)	纤网拉伸强度比值 MD/CD		
	平行纤网	杂乱辊成网	交叉铺网杂乱牵伸
18	6.01	4.61	2.75
20	5.93	—	—
22	5.91	—	—
25	5.74	2.61	1.78
30	5.20	2.54	1.64
35	5.10	2.50	1.53
40	—	2.47	1.47
57	—	2.06	1.36
70	4.70	2.01	1.31
90	—	1.94	1.29
150	3.82	1.78	1.21

在机织人造革基布结构中,纱线经纬交织,纤维沿着纱线的轴向紧密排列。纱线加捻后纤维之间抱合力增大,相对滑动自由度变小。在针刺合成革基布结构中,纤网中纤维杂乱排列,相互缠绕,结构与纱线显得比较松散,可以明显看到针刺的痕迹,纤维呈三维状态分布。在水刺合成革基布结构中,纤网中纤维相互缠结,排列杂乱,相互上下穿插,有类似纱线的纤维聚合体现象出现,纤维的缠结度显著比针刺高。尤其是聚酯/聚酰胺复合分裂型纤维制成的基布,纤网结构均匀,产品致密。水刺后纤维被分裂成约 0.187D,细度显著下降。纤维由原来圆截面分裂后呈三角形截面。在高压水的冲击过程中,聚酯/聚酰胺分裂型纤维各组份构成各自纤维的截面的许多单元,各构成单元相互间不同构成单元是相互邻近的结构。各构成单元的一部分露出在纤维表面,高压水冲击使纤维原纤化分割成更加微细的纤维。水刺工艺希望纤维网全面均匀使复合分裂纤维原纤化以及有效网络,这和水刺头的液体喷孔直径、喷射压力和非织造基布克重相关。

2.3 纤网的力学性能

实验结果得出,纤网中纤维排列的杂乱情况影响非织造布拉伸性能,纤网内纤维与纤维的相互缠结,抱合而成的结构网络,使得非织造布表现出各向异性。为更好地解释,可列入一个纤维排列的概念,任一角度区域里的纤维对非织造布拉力的贡献,由沿拉伸方向所含纤维根数决定。参见图 5、6、7,纤网的拉伸强度随着取样角度变化而变化,纤网中纤维杂乱排列较均匀时,即是各向同性时,反映在曲线上走势较为平坦,反之其曲线斜率就会增大而变陡。

非织造布受到张力时,纤维伸直,而纤维的伸直又受到周围纤维的阻碍,形成径向压力。如果纤维间的聚合程度能产生足够的压力,以握持这根纤维,则非织造布的自锁现象产生。在自锁现象情况下,受到的强力越大,握持纤维的力也越大,参见图 8。水刺非织造布与针刺非织造布存在相同现象,产生自锁结构形式前,纤维之间有一定的滑动,而机织物由于纱线排列整齐,且加以捻度,聚合程度大,故自锁现象出现得早,纤维之间的滑动也少。反映在拉伸曲线的斜率大,针刺非织造布中纤维呈三维空间排列,纤网结构中纤维位移空间大,自锁现象前纤维之间滑动较大,拉伸曲线的初始阶段斜率小,伸长大。而水刺非织造布由于纤维的缠结紧密,纤维间相互包缠,拉伸时比针刺法非织造布早出现自锁现象,反映在拉伸曲线上,初始斜率也较大,伸长较小,这对我们研究水刺法非织造布的收缩性能是至关重要的。

拉伸强度 / $N \cdot 3cm^{-1}$

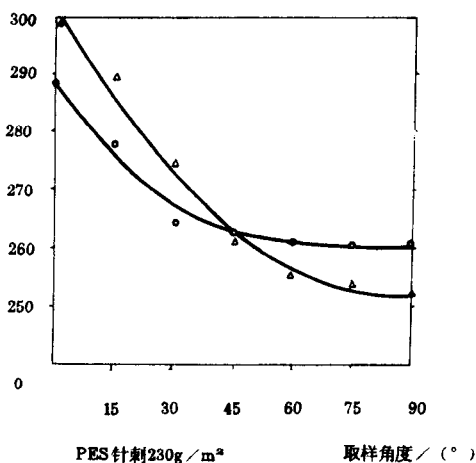


图 5 针刺聚酯合成革基布取样角度与强度的关系
○—杂乱成网 △—平行成网

拉伸强度 / $N \cdot 3cm^{-1}$

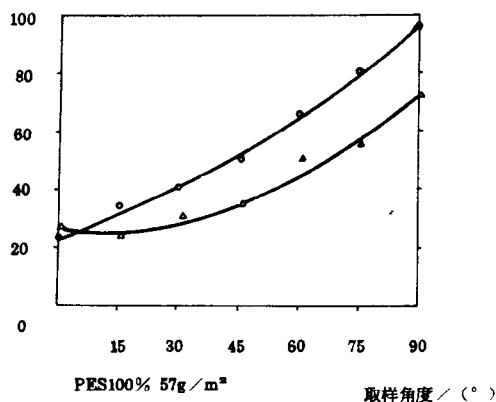


图 6 水刺聚酯合成革基布取样角度与强度的关系
○—平行成网 △—杂乱成网

拉伸强度 / $N \cdot 3cm^{-1}$

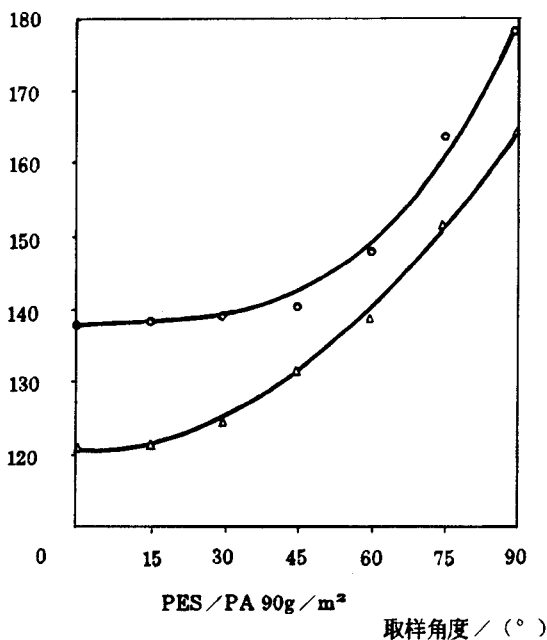


图 7 水刺聚酯/聚酰胺复合纤维合成革基布取样角度与强度的关系
△—杂乱成网 ○—平行成网

图 9 表明,在相同的水针对纤网注射能量条件下,纤网中纤维的细度和纤维的截面形状对非织造布合成革基布强度影响明显。除了纤维变细,纤维刚性减低,纤维相互缠结效果增加外,同时应考虑聚酯/聚酰胺复合纤维分裂后其截面呈三角扁平状,使得纤维与纤维之间接触面积大于圆型截面纤维之间的接触面积,纤维相互之间摩擦力增大,加强了握持力的作用和效果。

拉伸强力 / $\text{N} \cdot 3\text{cm}^{-1}$

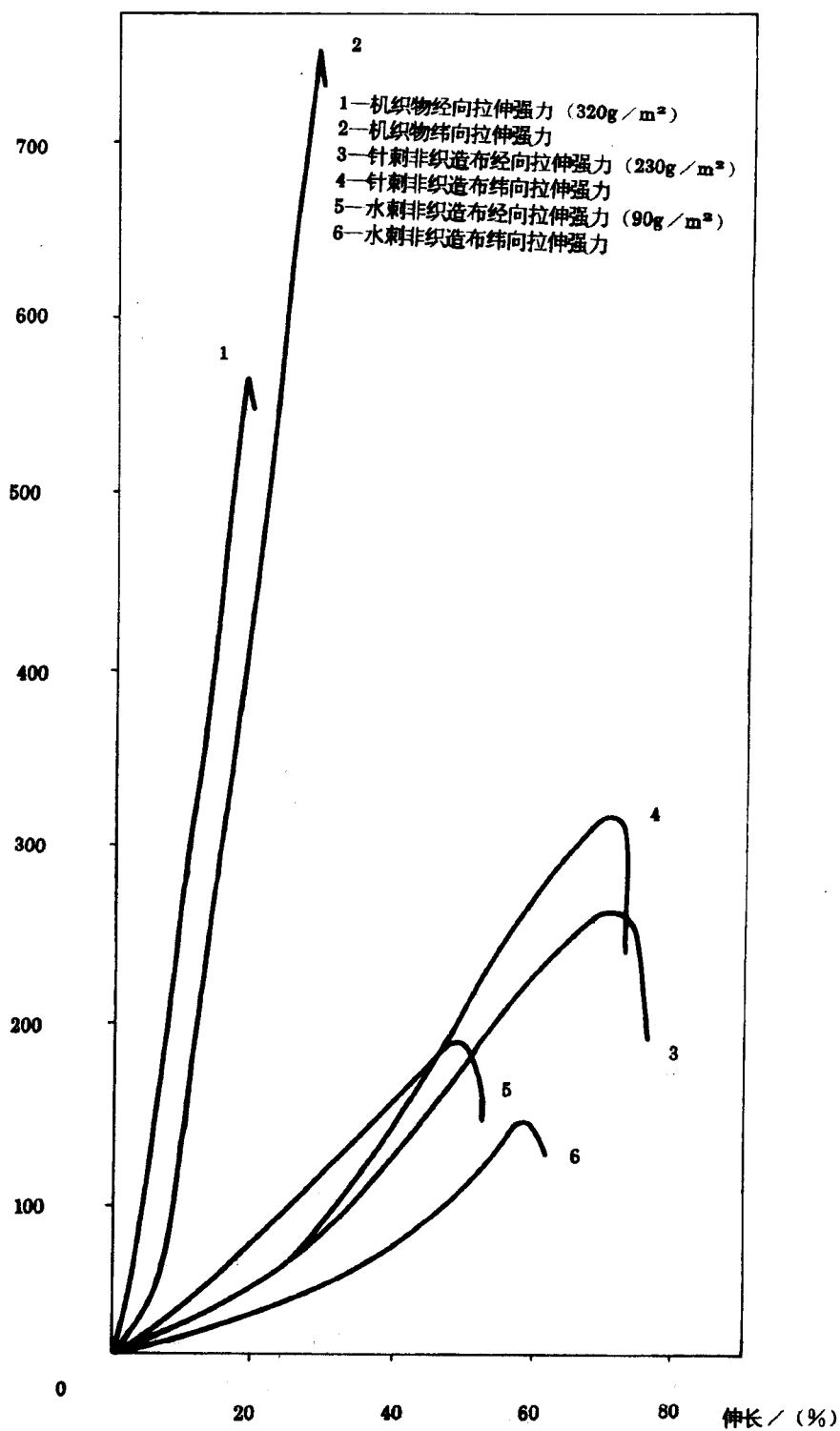


图 8 合成革基布的拉伸曲线

水针注射能量大小应根据基布的定量来选定。从实验中得出,水针注射能量过高,也会损伤纤维而造成纤网强度的下降^[3],同时能耗也增加,影响产品的成本。

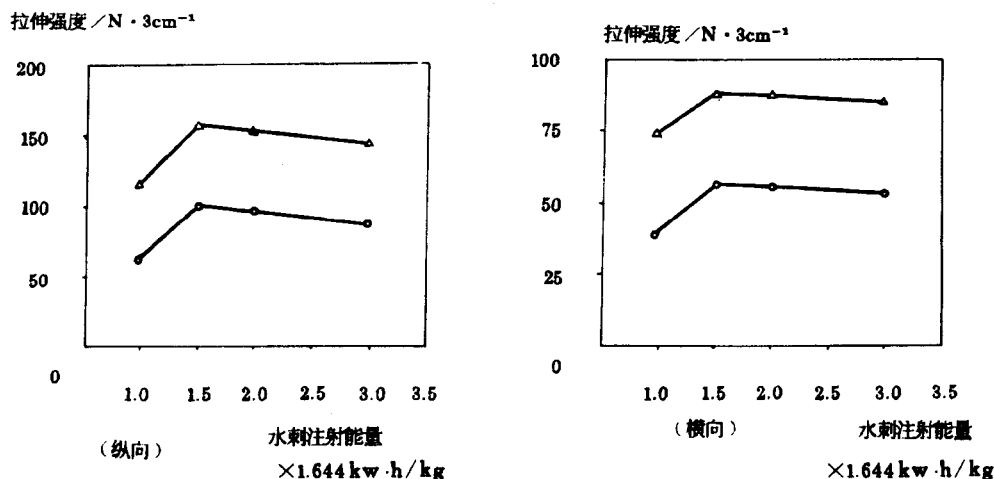


图 9 水刺注射能量与强度的关系

△—PES/PA 复合纤维(55g/m²) ○—PES 纤维(50g/m²)

机织物基布的撕裂强度曲线斜率很大,这是由于纱线(大量的纤维束)同时断裂造成。针刺非织造基布撕裂强度曲线先小后大,然后产生滑溜现象,强度呈波动上升趋势,达到最大值后强力继续波动而下降。聚酯/聚酰胺分裂纤维水刺基布与其它纤维制成的水刺法非织造布比较,经向撕裂强度曲线同样呈明显的锯齿波峰,纬向撕裂强度由于受水针射流作用方向与纤网的运动轨迹和输送网帘的结构所决定,撕裂强度曲线锯齿波形不明显。机织、针刺和水刺基布的撕裂强度曲线见图 10。

2.4 合成革的结构性能

超细纤维 PU 合成革,是模拟天然真皮结构,超细纤维有巨大的表面积和良好的吸湿性,将 PU 微孔弹性体和超细纤维巧妙地互穿网络成一体,而制成高仿真合成革^[4]。

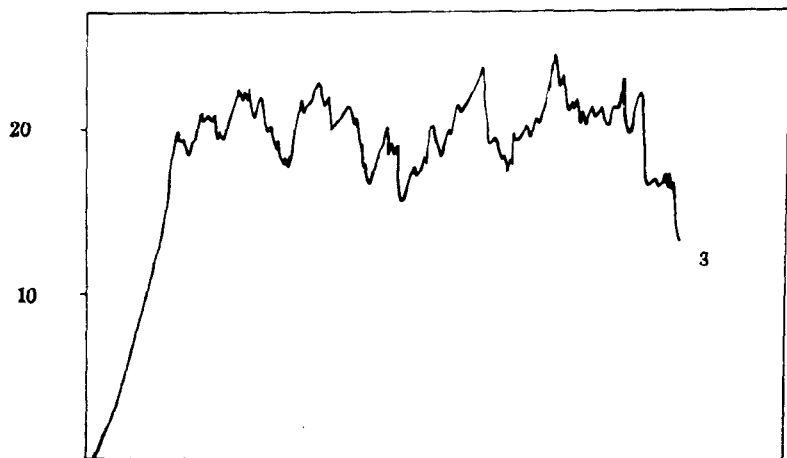
从电镜照片上观察,真皮和水刺分裂型复合纤维基布 PU 革,其纹路清晰可见,较为粗深,可见到真皮的圆形毛孔结构,非织造布的微孔结构形状不规则,这取决于聚氨酯材料的配制和涂层工艺。真皮背面可见到胶原纤维,呈绒毛状态,手感柔软而温暖,非织造基布可采用磨毛处理来加以仿真。

这种分裂型复合纤维制成的水刺合成革基布,经涂聚氨酯后,浆料渗入纤网的间隙之中,纤维之间机械结合力使合成革的拉伸强度增加。参见图 11 为分裂型聚酯/聚酰胺复合纤维水刺基布的 PU 革拉伸曲线,相同规格的基布条件下,合成革的初始弹性模量在一定程度上决定聚氨酯浆料的性能。实验采用软浆料配方时,拉伸强度减小,伸长率增加,拉伸曲线斜率变小。

3 结 论

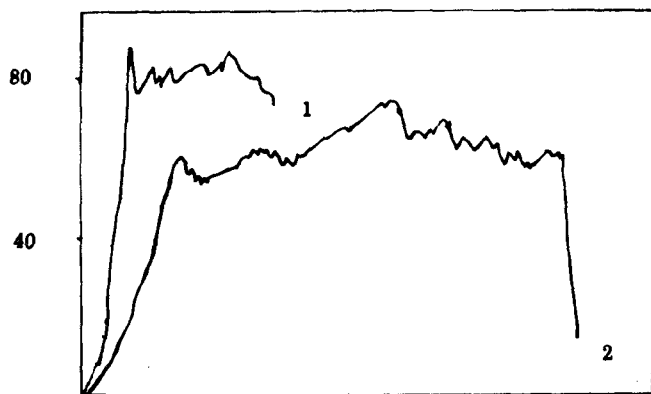
(1) 水针缠结(水刺)非织造布工艺适合生产合成革基布,尤其用高压水刺来对复合纤维进行水力分裂,制成超细纤维非织造布,具有工艺流程短,节省回收装置投资,基布中纤维细度细,集聚体致密,与树脂粘合性能好、产品柔软等优点,在制鞋、箱包、汽车内装饰材料有独特的

撕裂强度 / (N)



时间

撕裂强度 / (N)



时间

图 10 合成革基布撕裂曲线

1—机织基布(320g/m²) 2—针刺基布(230g/m²) 3—水刺基布(90g/m²)

地位。

(2) 聚酯/聚酰胺复合纤维水刺基布中,聚酰胺组份的加入,基布的柔软性、耐磨性及吸湿性相对增加。

(3) 非织造布成网工艺是影响基布纵横向强力比主要因素。高压水柱冲出纤维网,使纤维原纤化分割成16分裂纤维,造成纤网中有充分分裂的超细纤维和纤维集合体组成。

(4) 水针缠结非织造布与针刺加固非织造布在拉伸试验时,均存在一定的滑动现象,分裂纤维呈三角扁平形状缠结效果比圆型好。水柱注射能量过大,损伤纤维和能耗增加,撕裂曲线受水针射流作用方向与纤网的运动轨迹和输送网帘结构影响。

(5) PU革聚氨酯涂料性能影响合成革特性,聚氨酯的初始弹性模量下降,断裂伸长增加。不同聚氨酯涂料如何更好地适用于水针缠结非织造布,仍有待继续研究。

拉伸强度 / $\text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$

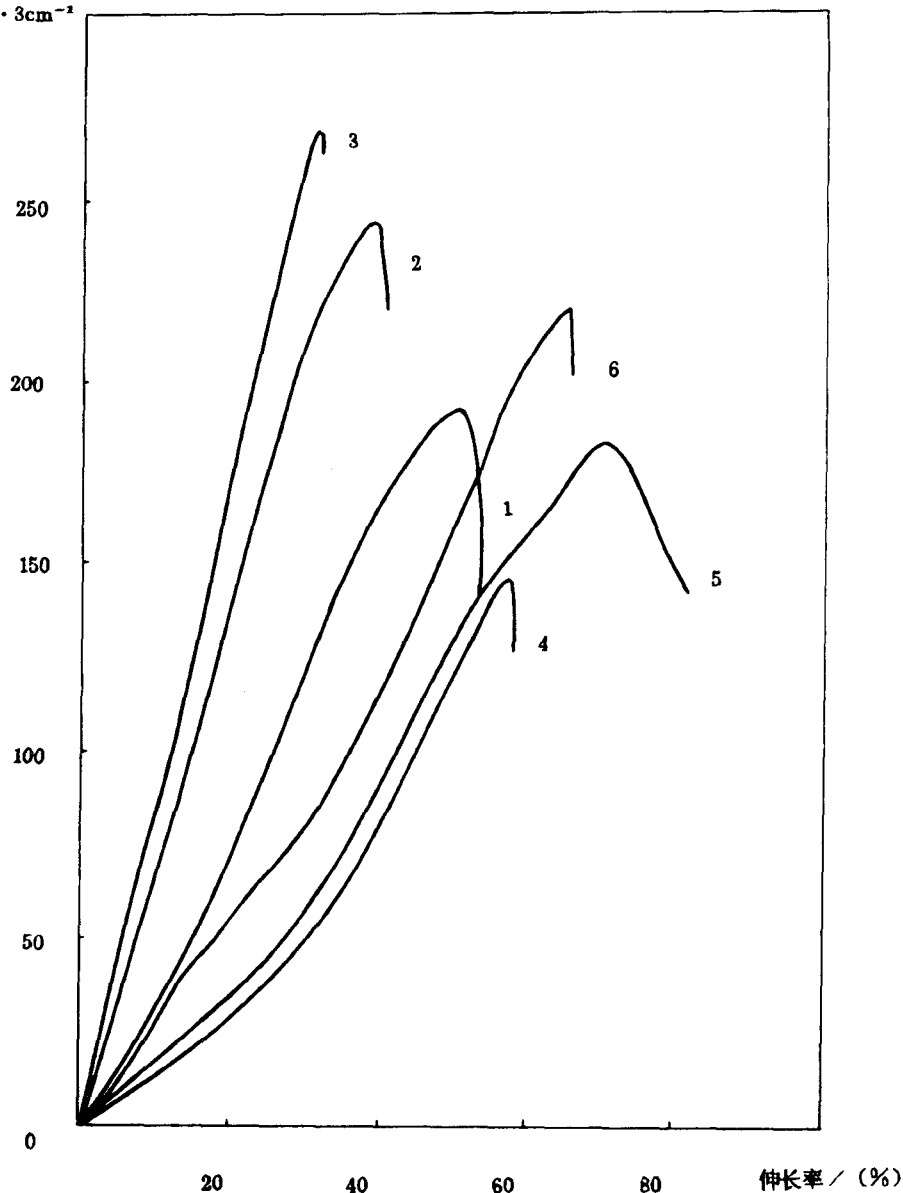


图 11 分裂型复合纤维水刺基布 PU 革拉伸曲线

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1—水刺非织造布纵向拉伸强力 | 2—软浆 PU 革纵向拉伸强力 |
| 3—硬浆 PU 革纵向拉伸强力 | 4—水刺非织造布横向拉伸强力 |
| 5—软浆 PU 革横向拉伸强力 | 6—硬浆 PU 革横向拉伸强力 |

参 考 文 献

- [1] 纺织材料学科编写组. 纺织材料学. 北京: 纺织工业出版社, 1980: 168~170
- [2] 靳向煜等. 中国纺织大学学报, 1994, 20(1): 18
- [3] United States Patent, Patent Number 3,485,706
- [4] Newton. J Coated Fabrics, 1973, 3(10): 121

卫生材料用非织造布纤维的开发

史宗火 吴建东 彭 坚

周 坚

(上海石油化工股份有限公司实验厂)

(中国纺织大学)

引 言

随着全球经济的不断发展,世界范围内的非织造布工业已成为发展速度最快的行业之一,它的应用领域已渗透到产业及民用之中,并向高技术进军,以获得更高的产品附加值。因此,尽管九十年代世界主要发达国家出现了不同程度的经济不景气,但非织造布工业仍旧保持了一定的增长势头。在我国,经过改革开放,国民经济得到了迅猛发展,同时也促进了非织造布工业。虽然全国范围内纺织工业大滑坡,却没有影响到非织造布工业,说明非织造布产品在中国具有潜在的大市场。随着产品的开发及用途的拓展,它在某些领域已逐步替代了传统纺织品,甚至弥补了传统纺织品所达不到的效能,这正是非织造布工业能得以兴旺的原因所在。

为了满足非织造布的各项不同用途,就必须严格非织造布的品质要求。在非织造布生产中,除了设备及制造工艺外,纤维原料的性能是生产软件中不可分割的重要组成部分。非织造布所用纤维原料绝大部分为化纤,按其使用量的多寡,依次为丙纶、涤纶、锦纶、人造纤维、腈纶等。而作为卫生材料专用纤维,又不同于一般纤维,它有特殊要求,本文就此纤维的开发作一初步探讨。

1 卫生材料对非织造布的要求

非织造布用于卫生材料,国际上特别是发达国家起步较早,而我国只是在八十年代后半期才开始涉及,并逐步发展壮大。所谓卫生材料指使用一次后即丢弃的,与人体接触并为人体生理卫生或医疗卫生保健目的而使用的各种日常用品。其常规产品有餐纸巾、口罩、医用手术衣帽及绷带、妇女经期卫生巾、尿布等排泄物卫生用品。这些卫生材料对非织造布有严格的要求,如柔软性、膨松性、透水性、弹性、封口性、卫生性,其中卫生性恰恰是最重要的,国内外为此都相应制定了有关卫生标准,如美国的 FDA 标准、欧洲的 EDANA 标准及正在拟定中的中华人民共和国国家标准。其主要内容有:1. 产品必须外观整洁,符合该卫生用品固有形状,不得有异常气味与异物。2. 产品不得对皮肤与粘膜产生不良刺激,引起过敏反应及其他损害作用,使用过程中不得析出有毒害的物质。3. 产品须符合如下微生物学标准:(1) 细菌菌落总数必须 $\leq 20\text{cfu/g}$;(2) 不得检出大肠菌群及致病性化脓菌;(3) 不得检出真菌。而医疗手术用品要求更高,不得检出细菌,即 100% 无菌。当然影响这些因素很多,但我们认为,只有控制产品的源头,即卫生用品所用原辅材料,才能基本保证卫生材料的上述要求。因此正确选择卫生材料所用非织造布纤维,就显得尤为重要。为此上海石油化工股份有限公司实验厂(以下简称实验厂)通过引进国际上最先进的纺丝生产线,专门开发了丙纶纤维,以适应卫生材料的特殊要求。