

用等离子改性方法提高非织造材料功能

魏取福 徐文正 黄锋林 叶恒 (江南大学纺织服装学院,无锡,214122)

摘要:介绍一种运用等离子处理来改善非织造材料表面性能的新方法。采用聚酯(PET)非织造材料作为处理基材,通过扫描探针显微镜(SPM)、扫描电子显微镜(SEM)和环境扫描电子显微镜(ESEM)对非织造材料进行微观结构的观察,得到PET非织造材料表面形貌和化学成分在处理前后发生变化的结果,进而说明了等离子改性在非织造材料表面的改性处理中具有广阔的前景。

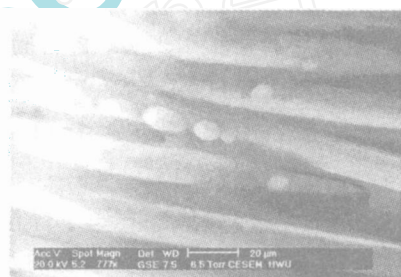
关键词:等离子改性,非织造材料,功能化,表面性能

中图分类号: TQ039.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004 - 7093 (2006)01 - 0026 - 04

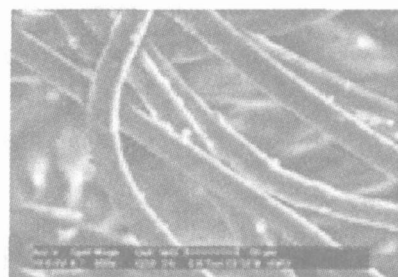
非织造工业是世界上发展最快的行业,在过去的20年中保持了年均10%左右的增长速度,预计在未来10年中仍然会以此速率增长^[1]。近年来几乎所有生产非织造材料的技术,包括纺粘、熔喷、针刺、水刺、干法和湿法成型等技术都得到了飞速发展。

非织造材料的应用可以小到婴儿尿片,大到高性能纺织品,而且在很多重要领域中非织造材料已成为传统纺织品的替代品,例如土工材料、建筑材料、隔热和隔声材料、卫生和保健用材料以及汽车用材料。非织造材料也广泛应用在农业、航天和家用纺织品等方面^[2]。在上述应用领域中,非织造材料的功能都与其润湿性能、吸附性能以及生物相容性等有着密切的关系(图1)。而润湿、吸附以及生物相容性等性能都与材料的表面性能密不可分,所以非织造材料的表面性能在很大程度上决定了材料的加工和应用。

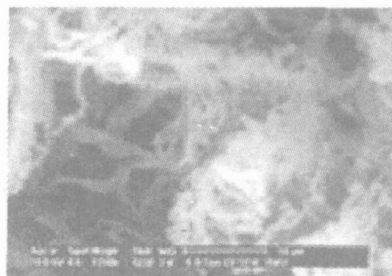
近年来飞速发展的等离子处理技术对纺织材料表面改性提供了新的可能途径。在工业上应用的等离子处理技术主要有高温等离子体和低温等离子体两种不同的形式^[3]。



(a) 纤维和水的结合



(b) 纤维和颗粒的结合



(c) 细菌的生长

图1 非织造材料的表面和界面

收稿日期:2005-10-19

作者简介:魏取福,男,1964年生,教授,博士生导师。主要从事功能纺织品的研究。

(1)高温等离子体:在超过 10 kPa的气压下通过直流、交流电源(DC-AC)、射频(RF)源或微波源产生,通过上述激发装置产生等离子体,包括一些电子和离子(大约 1~2 eV),且气体的电离程度很低。利用该等离子体可对材料表面的有害物质进行破坏、清除或在材料的表面形成喷涂膜。

(2)低温等离子体或非平衡等离子体:在真空条件下使用小功率的射频电源、微波直流电源产生,特点是电子温度高于离子体温度。产生的等离子体可与材料表面进行反应,从而引入与材料本体不同性质的化学组分。

低温等离子处理是广泛应用于材料表面改性的一种技术,不仅可以对材料进行简单的表面形貌的改性,而且可以通过对表面进行化学涂层从根本上改变材料的化学性能。等离子体对材料的改性包括刻蚀、诱导接枝以及等离子聚合,同样纺织材料也可以使用以上反应来进行改性。

1 非织造材料的功能化

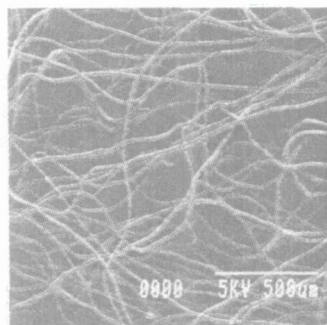
1.1 等离子体刻蚀或活化

等离子体对材料表面的活化或刻蚀是一种较为简单的处理程序,相应地产生改性和降解两种反应,对应于材料表面的物理形貌和化学结构的改变。处理效果主要取决于处理气体的种类、处理功率、时间以及被处理材料等。

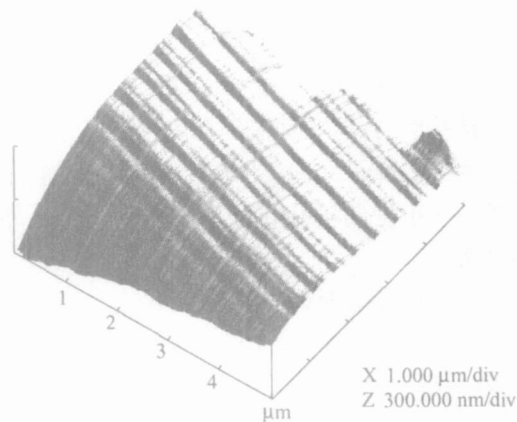
实验所使用的材料为在实验用针刺机上制得的非织造材料,面密度 150 g/m²。等离子处理在 Europlasma CD 400M/PC实验室系统完成,材料处理气体为氧气,处理功率 100 W,处理时间 60 s。

图 2(a)为使用 SEM 扫描的未经处理的 PET 材料表面微观结构。从图 2(a)可以看出,在该扫描精度下很难看清楚网状结构中纤维的表面微观结构。原子力显微镜(AFM)可以通过更高的扫描精度来清楚地显示网状结构中未处理的 PET 纤维的微观结构,如图 2(b)所示,处理前的非织造材料中的 PET 纤维表面非常光滑,有一些常见结构;而从图 2(c)中可以看出在氧气处理 60 s后纤维表面结构变得凹凸不平。氧气处理明显改善了 PET 纤维的亲水性能,这可以从环境扫描电镜(ESEM)的图像(图 3)看出。在对没有经过等离子处理的纤

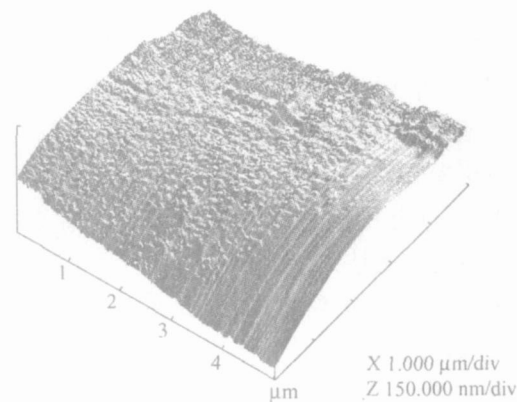
维与水的结合的观察可以看出,水滴在纤维的表面形成半球的形状,如图 2(a),说明纤维没有被完全润湿,也反映了 PET 纤维的疏水性质。而使用氧气等离子处理后,液滴的形状发生了明显的改变,液滴在纤维表面呈现平铺状态,接触角明显变小,所有特征都表明了经氧等离子处理后纤维吸湿性能有明显的改善。



(a) 未经处理非织造材料的 SEM 的扫描图

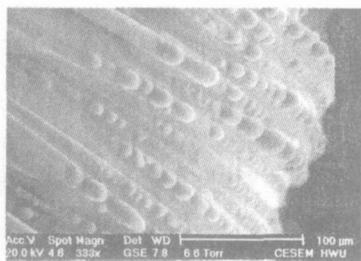


(b) 未经处理的纤维表面的 AFM 显微镜扫描图

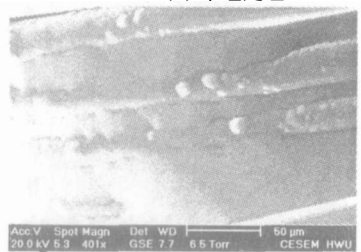


(c) 经处理的纤维表面的 AFM 显微镜扫描

图 2 PET 非织造材料和纤维的微观图像



(a) 未经处理



(b) 经过处理

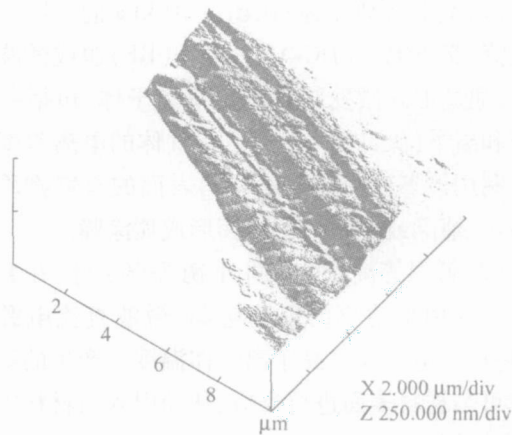
图 3 PET非织造材料与水的相互作用 (ESEM扫描)

1.2 等离子体引发接枝共聚

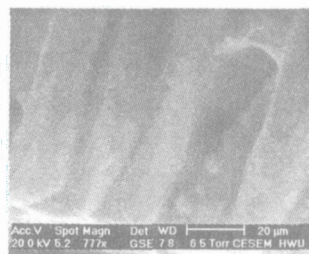
当材料经过等离子处理后,纤维的表面可以生成一些新的官能团。当处理后的材料与液相或气相的单体接触时,这些官能团会引发一些新的聚合反应。由于等离子处理仅作用于纤维的表面,所以使用等离子引发的接枝和共聚会受到纤维最外层表面的影响。

实验使用丙烯酸对针刺 PET非织造材料进行诱导聚合。先在 200 W 的处理功率条件下用氩气处理 60 s,然后放置在空气中 15 min,形成过氧化物以促进高分子接枝;随后把处理过的非织造材料放入盛有丙烯酸水溶液的大口容器中,调整聚丙烯酸的浓度为 20% (w/v),接枝反应在 50 °C 水浴中进行 5 h,将氮气通过气泡透过溶液。接枝反应完成后,将材料从杯子中取出在沸腾的去离子水中冲洗以去除丙烯酸均聚物或单体,最后将材料在 40 °C 下干燥 24 h。

图 4(a)为 AFM 扫描的材料经过等离子处理并接枝后的表面结构,在纤维的表面上可以看到一些纳米粒径的聚丙烯酸颗粒。而在 ESEM 下可以看出接枝聚丙烯酸颗粒对纤维表面的改性。从图 4(b)可以看出,在 ESEM 容器中纤维对水的吸收基本可以达到 100%。随着更多水分的聚集,在纤维之间形成水膜。



(a) 纤维表面 AFM 图像



(b) 纤维与水结合的 ESEM 图像

图 4 扫描电镜下的非织造材料表面

1.3 等离子体增强气相化学沉淀 (PECVD)

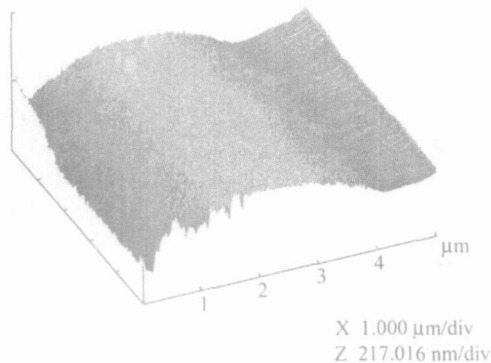
一般情况下被沉积材料与气态的环境或者共沉积材料相互反应,从而在复合材料的表面形成涂层。等离子体也可以被用来增强气相沉积,如 PECVD。PECVD 具有如简化工序等优点。

本研究在实验室 PECVD 的条件下进行 SiO_2 沉积,使用的起始物质是四乙氧基甲硅烷和作为反应气体的氧气。加工压力为 0.67 Pa,放电功率约为 100 W。

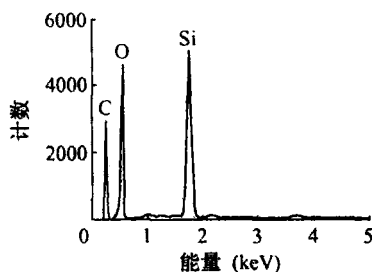
图 5(a)显示了 PECVD 沉积形成的 SiO_2 纳米结构,可以清楚地观察到一些纳米结合体。由于 SiO_2 沉积于纤维的表面,纤维表层的原纤已经不能观察到。 SiO_2 的纳米组分结构也可以在 ESEM 上通过分析来确认,图 5(b)显示了在纤维表层进行 EDX 分析而得到的化学组分分析图谱。

2 结语

等离子处理技术对非织造材料改性有着深远的影响,而不同反应气体的等离子体对非织造材料



(a) AFM 图像



(b) 使用 ESEM 的 EDX 分析图像

图 5 通过 AFM 和 ESEM 观察纤维表面的 SO_2 的表面可以产生不同的影响。该技术是对非织造材料进行改性和功能化处理很具潜力的处理技术。

具有如下优点:

(1) 等离子处理技术可以用于不同材料的不同形式;

(2) 等离子体对纤维表面进行处理可以得到不同的改性结果,如表面形貌、化学组分、机械摩擦以及光电和生物学性质;

(3) 等离子处理是一种符合环保要求的处理技术。

参 考 文 献

- [1] Najul J. Nonwovens in A Global Market Nonwovens Industry, 1995, 26 (9) : 39 ~ 48
- [2] The Worldwide Nonwoven Fabrics Business Industrial Fabric Products Review, 2000, 76 (11) : 70 ~ 78
- [3] Sheu G S, Shyu S S Surface Properties and Interfacial Adhesion Studies of Aramid Fibers Modified by Gas Plasmas Composites Science and Technology, 1994, 52 (4) : 489 ~ 497
- [4] Yuan SM, Marchant R E Surface Modification of Polyethylene Film by Plasma Polymerization and Subsequent Chemical Derivatization Plasma Deposition of Polymeric Thin Films John Wiley & Sons, 1994. 77 ~ 80

Functionalization of Nonwoven Materials by Plasma Enhanced Modification

Wei Qufu, Xu Wenzheng, Huang Fenglin and Ye Heng

(School of Textiles & Clothing, Southern Yangtze University)

Abstract: An example of new approaches to functionalization of nonwovens using plasma enhanced modification of nonwovens was presented. Examples are given of the work on polyethylene terephthalate (PET) nonwoven materials. Micrographs, obtained by scanning probe microscopy (SPM), scanning electron microscopy (SEM) and environmental scanning electron microscopy (ESEM) are presented to demonstrate changes in the surface topography and surface chemistry of PET nonwovens. The great potential for significant improvements in the properties of nonwovens by plasma enhanced modification is highly promising.

Keywords: plasma modification, nonwovens, functionalization, surface characteristic

欢迎长期订阅 欢迎踊跃投稿
欢迎批评建议 欢迎刊登广告