

改善丙纶吸湿性能的方法

刘松涛 晏 雄 (东华大学教育部纺织面料技术重点实验室, 上海, 200051)

摘 要: 简述近几年来各种改善丙纶吸湿性的方法, 着重介绍了应用低温等离子体表面改性技术提高丙纶的吸湿性的方法。

关键词: 丙纶, 吸湿性, 低温等离子体

中图分类号: TS195.54

文献标识码: A

文章编号: 1004-7093(2004)06-0035-03

0 引言

丙纶是由等规聚丙烯纺丝而得。丙纶的密度为 0.91 g/cm^3 , 是化学纤维中比重最小的品种。丙纶的强度和初始模量较高, 与涤纶接近, 耐磨性和弹性均好。同时, 丙纶是碳链高聚物, 大分子链无薄弱环节, 化学稳定性好, 具有良好的电绝缘性, 在加工工程中易积聚静电。丙纶的结构紧密, 表面光滑, 缺乏极性基团, 吸附功仅仅为棉花的二分之一左右, 与水的接触角为 86° , 在标准条件下, 回潮率接近于零, 几乎没有吸湿能力^[1]。

尽管丙纶是一种重要的化学纤维, 在装饰、产业、服用领域拥有巨大的市场, 却是五大合成纤维品种中最年轻的一员, 1957 年才实现工业化生产, 由于其具有密度小、熔点低、强力高和耐酸碱等特点, 而且与涤纶、腈纶、锦纶和维纶相比具有原料生产和纺丝工程简单、工艺路线短、原料和综合能耗低、成本低、无污染和应用广泛等优点, 近几十年来获得了飞速发展^[2]。但丙纶由于吸湿能力低, 导致静电现象严重, 极大地限制了它在衣料、被单、内衣裤、尿布、卫生巾及非织造布领域的应用。随着化学纤维向着功能化、高科技化方向

的发展, 人们对面料的手感、风格、穿着舒适性提出了更高的要求。

对丙纶的吸湿改性可以从不同角度着手研究, 大致有两种途径: 一是对纤维表面进行改性; 另一种方法是在聚丙烯中加入其他组分进行共混改性或在聚合时加入其他单体进行共聚改性, 通过使纤维结构疏松(但能保持原有的力学性能)使纤维增强吸湿性^[3]。本文简述近几年来各种改善丙纶吸湿性的方法, 着重介绍了应用低温等离子体表面改性技术提高丙纶的吸湿性的方法。

1 纤维细旦化

化纤的细旦化是当前服装领域的重要发展方向之一。20 世纪 80 年代末期, 美、德、意等国的科学家通过对细旦丙纶研究发现, 当丙纶线密度小于 1.1 dtex 时, 其物理性能发生质的飞跃, 具有极佳的服用性和芯吸效应^[2,4]。

细旦化的丙纶, 不仅克服了其手感和加工性能等方面的缺点, 而且可以充分发挥独特的“芯吸效应”, 使织物能够导湿排汗、透气滑爽、不粘身, 具有其他纤维织物没有的优良服用性能^[4]。在过去的几年中, 中国科学院、东华大学等推出的高科技成果解决了丙纶细旦化、超细旦化的难题, 使原料来源广泛、价格便宜的丙纶产品在高档服用领域得到了应用, 成为新一代的纤维新材料。由于丙纶分子结构紧密, 表面光滑, 其吸湿主要是

收稿日期: 2003-12-16

作者简介: 刘松涛, 男, 1974 年生, 在读硕士研究生。主要从事应用低温等离子体技术提高丙纶的吸湿性能的研究。

通过芯吸效应实现。

2 应用共混技术的方法

为了获得吸湿性能好、综合性能优异的聚合物材料,应用共混改性方法也是一种有效的途径。通过共混,人们已经获得了许多性能突出的改性聚合物材料,由于大分子不同于小分子的特殊分子结构,使得共混体系具有特殊的相态结构,从而带来共混高聚物的很多特殊性能。此种方法的应用大大拓宽了丙纶的改性途径^[5]。而界面相容剂的应用与开发也正是聚丙烯共混改性技术中一个十分重要的内容。相容剂可分为非反应型和反应型两类。非反应型依靠对共混聚合物的亲和性和粘着力增容;反应型相容剂则通过自身官能团与聚合物发生化学反应,形成化学键增容。已经证明,反应型相容剂是聚合物最有效的相容剂之一,可用于聚丙烯共混改性。

通过相容剂的作用,增大了相界面,这类反应型相容剂有 PP-g-MAH, PP-PS 嵌段共聚物,有机硅型带有一NH₂、—COOH 基团的相容剂等^[5,6]。近来,利用反应型相容剂的连接作用,通过共价键将生物活性物质固着于基材表面,使其具有吸水、粘着和抗菌功能,这已成为生物高分子领域的研究热点。如以甲基丙烯酸十八醇酯与丙烯酰胺共聚物与聚丙烯共混可大幅度提高丙纶亲水性、粘合强度,而在这体系中的改性剂本身兼有相容剂的作用,使改性剂与丙纶本体紧密连接。此外也有采用化学处理方法使聚丙烯带上亲水性基团,或采用不同的油剂来提高丙纶的吸湿性能。

3 应用茂金属催化剂的方法

新型茂金属催化剂的出现,可以说是齐格勒—纳塔催化剂后的聚烯烃聚合的又一里程碑。与齐格勒—纳塔催化剂体系相比,茂金属催化体系的催化活性高,活性中心单一,定向配位能力强,所得聚合物相对分子质量分布窄,因此使该体系的研究得到迅速的发展。国外一些公司已经实现工业化生产规模,Targo 公司和 BASE、Amoco 等公司都已经生产出茂金属聚丙烯用于纤维和非织

造领域。新一代茂金属聚丙烯均聚物(m-iPP)与常规聚丙烯(ZN-PP)相比,物理化学性能方面有以下几个特点:密度较低,为 0.88 g/cm³,熔点较低,为 130~150℃,等规度为 0.8~0.9,相对分子质量分布仅为 2.0,结晶速度慢且晶粒小,耐化学性稳定^[2]。而上述这些特点又使聚丙烯具有更好的挤压加工性能,使其具有更好的拉伸性能,从而有利于纺制细旦丝和提高纺丝速度;制得的产品线密度更小、微孔更小,因此有很好的吸湿透气性。

4 应用等离子体处理技术的方法

低温等离子体是一种有效的表面改性技术,这种改性有许多明显的优点:仅仅发生在材料表面层,作用时间短,效率高,干态,不产生污染等。

等离子体是一种全部电离了的气态物质,含有亚稳态和激发态的原子、分子、离子,并且电子、正离子和负离子的含量大致相等,故名等离子体。它广泛地存在于宇宙之中,因为它的组成及特性与普通气体不同,也称为物质的第四态。低温等离子体是指气体温度在 300~500 K,压力在 13.3~1 333 Pa(介质阻挡放电时为常压)的稀薄低压等离子体,可用紫外辐射、X 射线、放电和加热等方法使气体电离得到,实验室和工业上大都采用放电方式产生。低温等离子体的能量较低,只有几十电子伏特,有作用强度高而穿透力小(约 5~50 nm)、反应温度低、操作简单、经济实惠和不污染环境等优点^[7]。

4.1 等离子体的产生

4.1.1 直流二极放电

直流二极由置于低压气体中的一对阴、阳极构成,离子在电场作用下撞击阴极引起二次电子发射,电子在向阳极加速运动的过程中与气体分子碰撞,使气体电离、放电过程得以维持。

4.1.2 射频放电和微波放电

射频放电和微波放电又称无电极放电,分为电容偶合式、电感偶合式和微波放电。前两者分别以高频电容电场和涡旋电场来获得等离子体,原理相近,构造相对简单,效果优良,得到广泛应用。微波放电是电磁控制管产生的微波经波导管

和微波窗传入放电室,当放电室内的磁场强度使得电子的回旋频率和输入的微波频率相等时,微波使电子运动加速,促发等离子体^[7]。

4.1.3 介质阻挡放电(DBD)

介质阻挡放电是将绝缘材料插入放电空间的一种气体放电形式,介质的插入可以防止放电空间形成局部火花或弧光放电,电极上的交流电压足够高时,电极间的气体在标准大气压下也会击穿,形成均匀稳定的放电。它仍属于非平衡等离子体,电子温度为 1~10 eV,周围气体温度为 300 K 左右,比传统的电晕放电更易控制,均匀性更好,效率更高^[7,8]。

4.2 等离子体表面改性的主要途径

4.2.1 表面溅射

聚丙烯在生产加工过程中往往需要加入一定量的填充剂或助剂,这些物质聚集于纤维表面形成杂质层。杂质层的存在不利于提高丙纶的吸湿性能,等离子溅射可有效地去除杂质。当离子或中性粒子与丙纶表面作用时,入射粒子的动能通过碰撞将能量传递给表面原子,使表面原子获得超过结合能的动能而溅射出来,处理过程无废水废物污染环境。常用气体有氦、氩等惰性气体。通过低温等离子体处理后,在纤维表面引入了亲水基团和自由基,从而提高丙纶及其制品的亲水吸湿性能^[7]。

4.2.2 表面刻蚀

刻蚀是更大程度上的等离子体作用,粒子与纤维表面原子或分子结合生成挥发性产物,这些产物从表面挥发,常常是将材料表面弱边界大片地去除,使纤维表面产生起伏,变粗糙,并有键的断裂,形成自由基。刻蚀对提高纤维的吸湿性、粘附性均有明显作用。

4.2.3 表面交联

一般认为,等离子体处理材料时,交联主要发生在氦气、氩气作为工业气体时。等离子体中的高能粒子包括电子、光子、激发态粒子、自由基等通过轰击或化学反应,使材料表面的 C—H、C—C 键断裂,形成自由基。在没有其他反应物质的情况下,自由基之间重新键合,在纤维表面形成网状结构,使纤维的表面吸湿性能得到提高。

4.2.4 形成新的化学结构

如果放电气体为可反应性气体如 N₂、O₂ 和 C₂H₄ 等,在活化了的材料表面将会发生复杂的化学反应。因此新的化学结构与放电气体密切相关,选择合适的放电气体是纤维材料表面改性的关键一步。目前应用较多的放电气体有 CO₂、O₂、N₂ 和空气等^[8,9]。

等离子体技术的研究与应用在国外起步较早,美国是等离子体技术研究的先驱,有专业的刊物和各种研讨会。此外,德国、波兰、日本对等离子体改性技术的应用研究和投入较多。国内从上世纪 80 年代开始,对低温等离子体处理织物进行研究。1985 年,北京化学研究所的林东旭等与中国物理研究所洪明苑等人合作,对低温等离子体技术改善涤纶亲水性及其测试方法作了研究。1993 年,中国科学院广州化学研究所金木等人又运用低温等离子体对涤纶改性,主要研究了改性前后纤维的表面结构和吸湿性的变化。五邑大学的狄剑锋应用此技术对涤纶和涤/棉纤维进行的研究表明,等离子体处理能有效地提高纤维的吸湿性能。

5 结束语

随着各种新型聚丙烯吸湿改性技术的涌现和推广,人们不断开发出更多更新的产品。可以预见,在 21 世纪丙纶的应用会得到更大的发展,其应用前景会更加广阔。

参 考 文 献

- [1] 刘越. 聚丙烯纤维的发展及其在纺织工业中的应用. 合成技术及应用, 2001, 7(3): 2~8
- [2] 陈彦模,朱美芳. 聚丙烯纤维发展现状和未来趋势展望. 江苏纺织, 1999, (5): 28~31
- [3] Farley J M E, Meka P J. New Plant for Polypropylene Fine Fibers. Appl. Polym. Sci., 1994, (3): 51~121
- [4] 张开. 等离子体在高分子材料改性中的应用. 第 2 届全国界面工程研讨会文集. 北京:化学工业出版社, 1991

过去对于它的生产情况了解不多。但革基布一直是由纺织行业归口供应。从轻工部门了解到 2003 年全国人造革和合成革产量为 88 万 t。合成革基布占革总重量的 35% ~ 40%，估计 2003 年革基布的产量为 31.5 万 t，比 2002 年大幅增加。

4 包装用纺织品发展迅速

2003 年包装用纺织品产量达到 22 万 t，比 2002 年的 15 万 t 增长 46.6%，这主要是在这一年中包装材料过去很多用纸袋包装的都让位于纺织材料包装或纸张与纺织品复合材料包装，例如：服装的包装袋，现在大量使用纺粘非织造布袋，既美观又耐用。我国每年服装产量数以百亿件计，耗用大量的纺织品包装材料；水泥包装过去早已采用纸与纺织品复合袋，但 2003 年水泥产量已达到 8.5 亿 t，其包装袋使用量急剧增加；目前甚至一些百货商场和展览场所也有相当部分采用非织造布代替纸质和塑料的包装袋。据了解，日本已

禁止使用纸质和塑料的包装袋，因为造纸过程会污染环境。包装用纺织品今后将会继续增加用量。

5 农用纺织品产量大增

2003 年农用纺织品产量达到 7 万 t，比 2002 年增长 40%，其中防虫网、遮阳网、非织造布覆盖材料以及节水用器材都有所增长。

6 其他产品均有增长

除上述产品外，其他产品如骨架材料、篷帆布、工业用毡瓦、防护服、绳、带、缆等 2003 年均有不同程度的增长。

(余木)

摘自：非织造布/产业用纺织品通讯，
2004，(6)：6~7

(上接第 37 页)

[5] Robert D, Moore. Property of Polypropylene. *Modern Plastics International*, 1998, 75(8) : 50 ~ 58

[6] Gordon Graff. The World's Strongest Fiber. *Modern Plastics International*, 2000, 30(3) : 80 ~ 81

[7] 狄剑锋. 低温等离子体处理对涤纶润湿性能的影响. *合成纤维*, 2001, 30(6) : 27 ~ 28

[8] 袁雨庭. 等离子体处理工艺在纺织工业中的应用的最新进展. *印染译丛*, 2001, (3) : 82 ~ 85

[9] Tsai Y M, Boerio F T J. Plasma Polymerization. *Appl. Polym. Sci.*, 1998, (7) : 68 ~ 70

[9] Tsai Y M, Boerio F T J. Plasma Polymerization. *Appl. Polym. Sci.*, 1998, (7) : 68 ~ 70

Methods of Improving the Moisture Absorption of Polypropylene Fibre

Liu Songtao, Yan Xiong

(The Key lab of Textile Science Technology Ministry of Education, Donghua University)

Abstract: This paper introduces several methods of improving the moisture absorption of polypropylene fibre. Especially, the technique of surface modification of air low-temperature plasma on polypropylene fibre is described in detail.

Keywords: polypropylene fibre, moisture absorption, low-temperature plasma