

93, 22(1)

聚丙烯纤维 等离子体 改性

聚丙烯纤维的等离子体改性研究*

8-11

金杰 刘学恕 姚耀广 (中国科学院广州化学研究所)
张瑞峰 (中国科学院长春应用化学研究所)

TQ 342.62

摘 要

本文着重研究了聚丙烯纤维在等离子体中处理后的吸湿性能和染色性能的改变情况。结果表明经等离子体处理过的样品其吸湿性能和染色性能都有很大的改善。处理过的样品回潮率大约为未处理样品的 120~400%，其染色性能从未处理的 5 级提高到 1 级的标准。处理后聚丙烯纤维力学性能基本没有变化。X 光电子能谱分析表明吸湿性能和染色性能改变是由于经等离子体处理后丙纶表面引入含氧、含氮基团所致。

一 前 言

聚丙烯纤维具有优良的机械性能，是一种很有发展前途的衣用纤维。其织物耐穿、挺括和易洗涤。但是该纤维吸湿性能差，不易染色大大的限制了该纤维的应用。等离子体表面变性是克服这些缺点的有效手段^[1,2]。由于纤维的很多性能与它的表面结构及表面成份密切相关，用等离子体处理纤维要以改变其表面的物理化学状态，这样既可以保持纤维的原有优点又可克服其缺点。

基于上述目的，着重研究了聚丙烯纤维经等离子体处理后，其吸湿性能和染色性能的变化情况。利用 X 光电子能谱分析探讨了其原因。同时测定了经等离子体处理后其强度的变化情况。

二 实验部分

1. 样品

聚丙烯纤维样品为广东新会涤纶厂提供的高速纺丙纶长丝。在等离子体处理前，将丙

纶纤维在真空烘箱 80℃ 下烘至恒重。

2. 等离子体装置和操作方法^[3]

(1) 吸湿性能测定

将待测样品放在装有饱和亚硝酸钠溶液(测试温度 22℃)的干燥器中，吸湿平衡 48 小时。测定吸湿前后样品重量变化，其回潮率根据下式计算：

$$\text{回潮率} = \frac{\text{试样所吸水份重量}}{\text{干燥试样重量}} \times 100\%$$

(2) 染色及染色性测定

染料为活性染料(雷玛唑艳绿)。染色配方：染料 3% (对丙纶重)；NaCl 为 50 克/升；浴比 1:40；10% 的 Na₃PO₄ 调 PH 值 10~11。染色方法：溶液加热到 60℃ 后，纤维投入水中浸 2~3 分钟，然后加入染料染 5~10 分钟之后，再加 NaCl 再染 5~10 分钟，再加入 10% Na₃PO₄ 调 PH 值 10~11，再染 25 分钟，将纤维取出后，用热水冲洗两次，用冷水洗到无色为止，用比色卡对染色程度进行标定。

(3) 机械性能测定

用瑞士乌斯特公司生产的 UST TEN-SORPID 型拉力机测试。

(4) X 光电子能谱

日制 JES-TE-3AX 波段谱化。

* 国家自然科学基金资助课题

三 结果与讨论

我们分别选定空气、氩气、氮气、氧气等不同气体为等离子体源,在不同时间功率等条件下对聚丙烯纤维进行等离子体处理,测定了在不同条件下等离子处理的丙纶的回潮率。其结果示于图1和图2。从图中可见,处理过的样品的回潮率约为未处理的样品的回潮率的120~400%。从图1可知道以空气作为等离子体气对改变丙纶吸湿性能效果最佳。氧气的效果不明显。而且发现处理功率在40~100瓦范围内效果较好。回潮率的极大值均出现在此范围内。从图2我们发现,在

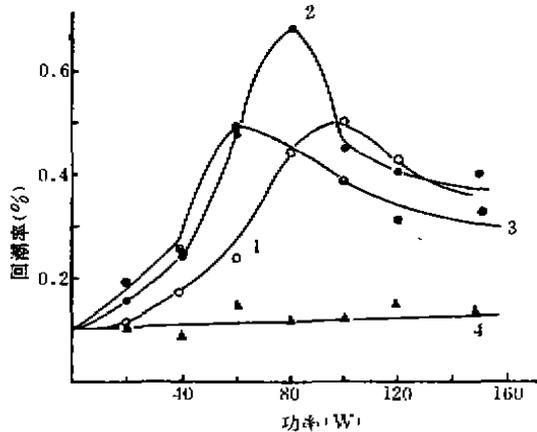


图1 不同处理气体不同处理功率回潮率变化
(处理时间10min;压力13.3Pa)
1—氩气(Ar);2—氮气;3—氮气(N₂);4—氧气(O₂)

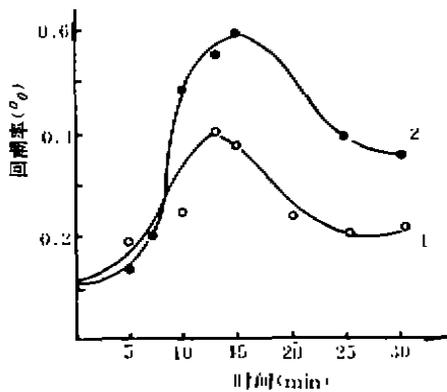


图2 不同处理时间回潮率变化
(处理功率60W;压力13.3Pa)
1—氩气;2—空气

相同功率下,处理时间在10~15分钟内效果较好。以空气作为等离子体气,处理时间为15分钟时,回潮率比未处理的高达400%多。

表1给出了在不同功率,不同处理气体等条件下丙纶的染色结果。未经处理的丙纶纤维染色结果为5级。处理后的丙纶样品染色结果最好可达1级。其中氮气处理后的样品其染色效果最好。这充分地说明经等离子体处理后,丙纶染色性有极大的提高。

表1 不同处理功率对丙纶染色(级)的影响

气 体	处 理 功 率 (W)				
	20	40	60	80	120
O ₂	4	3	3-2	2	1
Ar	3	2	1	1	1
空气	3-4	3	2	1	1
N ₂	2	2	1	>1	>1

注:处理时间10分

表2给出了用氮气、氩气在同一功率下不同处理时间丙纶样品的染色结果。其结果表明短时间处理就可以达到最佳效果。这为实际应用提供了极为有参考价值的数据,使得工业连续化生产成为可能。

吸湿性能和染色性能的改善说明改性后的丙纶纤维表面存在着与活性染料分子相互作用的基团。这种基团常见的有羟基、羧基、胺基、酰胺基等。Owens^[4]和D. Briggs^[5]的工作表明,经等离子体处理的涤纶薄膜存在酚取代物和羟基、羧基及-NH₂基团,表3为我们得到不同处理气体丙纶X光电子能谱

表2 不同处理时间对丙纶纤维染色(级)影响

气 体	处 理 时 间 (min)			
	1	3	5	15
Ar	1	1	1	1
N ₂	>1	>1	>1	>1

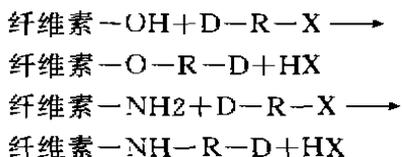
注:处理功率120W

表3 X光电子能谱分析结果

气 体	处 理 条 件			O/C	N/C
	压力(Pa)	时间(min)	功率(W)		
Ar		10	60	0.188	0.013
N ₂	1.0 × 10 ⁻³	10	60	0.222	0.020
O ₂	1.0 × 10 ⁻³	10	60	0.227	0.010
空气	1.0 × 10 ⁻³	10	60	0.221	0.012
未 处 理				0.126	0

结果。其结果表明处理后样品 O/C、N/C 比有明显增加,这说明处理后聚丙烯纤维表面产生了含氧、氮基团。这些基团可与活性染料发生化学作用。

染色过程活性染料与纤维之间的化学反应因改性纤维上的官能团不同,存在较大差别,可分别用化学反应通式说明如下:



其中, -D 为染料正体; -R-X 为染料中的活性基团。因而,经等离子体处理后的纤维若产生羟基、羧基及 -NH₂ 基团则使染色性能大大提高。这说明吸湿性和染色性的改善是经等离子体处理后丙纶表面引入了含氧、含氮基团所致。

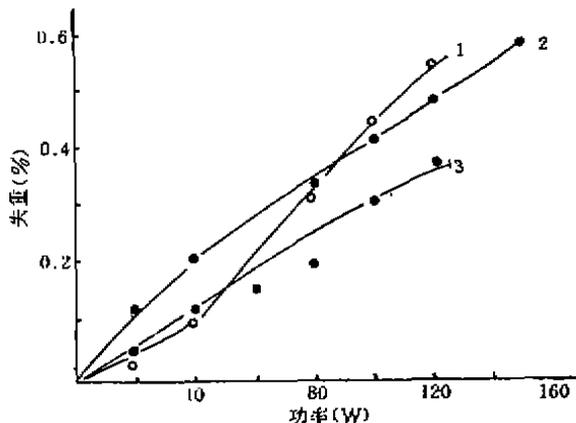


图3 不同处理功率纤维失重变化率
(时间10分;压力13.3Pa)
1-Ar(氩气);2-空气;3-N₂

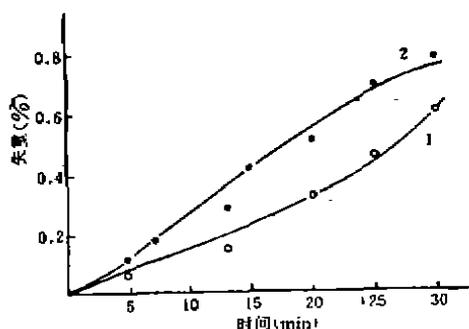


图4 不同处理时间纤维失重变化
(功率60W;压力13.3Pa)
1-氩气;2-空气

图3、4为各种气体处理丙纶纤维失重变化。从图3可以知道各种气体处理的失重情况相似。随功率增加失重增加。这是必然的,高能量的等离子体对丙纶纤维表面有较大的刻蚀作用^[2],大分子发生较多的断链和基团损失。图4结果表明,空气处理的聚丙烯纤维随处理时间增加失重变化较大,这可能是在空气中氧化所致。

以预加张力16.6N和拉伸速度450mm/min的实验条件对用氮气处理的丙纶样品进行了测试,表4给出了实验结果。从结果可以发现力学性能基本没有发生变化,就是说通过等离子体处理后的丙纶,虽然对其表面有一定的刻蚀作用,但对其力学性能影响不大,相应对其吸湿性和染色性均有较大改善,为丙纶染色提供了一条可行的途径。

表4 不同处理条件对丙纶力学性能影响

气体	处理条件			强度值 (cN/Tex)	平均伸 长率(%)
	压力(Pa)	时间(min)	功率(W)		
N ₂	13.3	1	40	35.35	22.34
N ₂	13.3	5	40	36.24	21.03
N ₂	13.3	1	80	36.59	21.68
N ₂	13.3	5	80	34.83	17.35
N ₂	13.3	10	80	32.87	15.43
未处理				37.54	23.10

四 结 论

本文详尽地研究了不同功率、不同时间、不同气体等离子体处理的丙纶吸湿性和染色性的变化情况。经等离子体处理的丙纶其吸湿性、染色性均有很大提高,用空气处理的丙纶吸湿性最好。经处理后的丙纶染色程度达一级标准,短时间处理就可大大提高染色性能。电子能谱结果表明,处理的丙纶纤维表面引进含氧、氮基团,吸湿性和染色性的改善是由于这些基团与分子和染料分子相互作用所致。

参 考 文 献

[1] 张开,第二届全国界面工程研讨会文集(天津)26

- (1991)
 [2] 刘学恩、姚耀广、金杰、刘倩、张光华,第二届全国界面工程研讨会文集(天津)47(1991)

- [3] 陈捷等,应化集刊 19.75(1982)
 [4] Owens, D. K. J. APPL. Polym. Sci. 19. 3375(1975).
 [5] Briggs, D., Rance, D., G. Polymer, 21, 895(1980)

INVESTIGATION OF POLYPROPYLENE FIBRE TREATED BY PLASMA

Jin Jie Liu Xueshu and Yao Yaoguang

(Guangzhou Institute of Chemistry, Academia Sinica)

Zhang Ruifang

(Changchun Institute of Applied Chemistry, Academia Sinica)

Abstract

The moisture absorption and dyeability of polypropylene fibre treated by plasma (PP-TP) are investigated in this report. The results show the moisture absorption and dyeability of PP-TP improved greatly. As against untreated PP fibre the moisture absorption of PP-TP is increased by 120-400% and the dyeability of PP-TP is improved in standards from 5th to 1st grade approximately but the mechanical property of PP-TP almost remain unchanged. The result of ESCA shows the change in moisture absorption and dyeability is due to the introduction of N or O containing groups to the surface of fibre by the treatment of plasma.



北京服装学院首创“高效节能螺杆”

北京服装学院螺杆专题组在取得圆销钉螺杆科研成果的基础上,经过三年多的刻苦攻关,研制开发出具有世界先进水平的新型高效节能螺杆——犁钉分流混合型螺杆,并于92年6月5日通过了纺织部主持的技术鉴定。

犁钉分流混合型螺杆具有以下特点:①挤出能力大,比普通螺杆可提高产量30~40%;②混合均匀性优于各种销钉螺杆,纺丝一等品率提高5~6%,特别适用于高速纺和细旦、异形丝;③犁钉的表

面阻力低,犁钉群对熔体的强变形和细化分割作用改善了传热条件,使能耗比普通螺杆下降30%左右;④设计和制造中采用计算机辅助设计(CADD),使成本较圆销钉螺杆下降50%。

这种高效节能螺杆的开发成功,为我国差别化和多功能化纤的发展提供了设备基础。此成果已获国家专利,作为核心技术被列入国家八五技术开发项目——化纤柔性纺丝系统中。

(北京服装学院科研处 杨爱文供稿)

(上接第43页)

A DISSECTION OF LURGI CO. 's PA-6 CHIPS CONTINUOUS DRYING UNIT

Xue Yiqun and Xue Luye

(Qiagjiang Synthetic Fiber Plant of Jiangsu Province)

Abstract

In this paper the technology, some main structure and the performance of the PA-6 chip continuous drying unit designed by Lurgi Co. of Germany with focus on the drying tube, nitrogen purifier and dryer are described in detail. The fundamental thoughts in design of imported continuous drying equipments are introduced for the reference of designing large PA-6 chips drying units in China.