

(4) 聚丙烯纤维, 结构, 物理性质, 改性, 香烟, 过滤嘴

# 烟用改性聚丙烯纤维的结构及物性分析

曹霞 段上宇<sup>1</sup> 伍尤发 黄绍钧 (华南理工大学材料科学与工程研究中心)

21-23

## 摘要

FSKJ  
TQ342.62

本研究采用共混纺丝方法制备烟用改性聚丙烯(PP)纤维,通过扫描电子显微镜、透射电子显微镜、差示扫描量热等测试方法分析改性聚丙烯的结构特性,并且测定改性PP纤维对水的接触角。结果说明改性PP纤维具有类似二醋酸纤维的特殊结构形态,极性改性组份的附着使纤维极性增加,接触角降低,有利于实现有效粘结。

当今世界上生产香烟过滤嘴的主要原料为二醋酸(CA)纤维,由于其具有很好的弹性和热稳定性,有特殊的形态结构和化学组成,是一种理想的卷烟滤嘴材料。我国是世界上卷烟生产和消费大国,又是缺乏CA纤维生产原料的国家,加上CA纤维生产工艺复杂,价格昂贵,主要依赖进口,所以CA纤维过滤嘴在我国难以大量应用。

近年来,香烟滤嘴用PP纤维在我国得到广泛的开发和应用<sup>[1,2]</sup>。但是,与传统的CA纤维相比,PP纤维成棒率低,滤嘴接装率低,加上其滤嘴硬度低、气阻小<sup>[3]</sup>,只能用于乙级烟以下的接装,产生这些问题的根本原因在于PP丝束特有的结构,使之不能象CA纤维能通过增塑剂的作用实现有效的粘结。本实验采用既有极性基团又有非极性基团的聚合物X<sub>2</sub>及分子刚性较大的一种弱极性材料X<sub>3</sub>共混改性PP纤维。X<sub>2</sub>、X<sub>3</sub>均为无毒、无异味材料。从改性PP纤维的结构和物性分析发现,改性后的PP纤维在保证可纺性的前提下一定程度地提高了纤维的极性,有利于改善其溶粘性。

等规聚丙烯为美国HIMONT公司Pro-fax polypropylene,MI=46.4,PP改性组份X<sub>2</sub>、X<sub>3</sub>按一定比例在挤出机上共混造粒后,于江西抚州丙纶厂纺丝而成。

## 2. 测试仪器和测试方法

①用常温超薄切片法制备的PP薄片在菲利普公司EM-400型透射电子显微镜下观察PP与改性组份X<sub>2</sub>、X<sub>3</sub>的相容情况,电子枪加速电压80kV。

②采用日本电气公司JSM25S型扫描电镜观察PP表面形貌,试样表面经喷金处理后直接观察。

③采用美国DuPont 1090热分析仪观察PP与X<sub>2</sub>、X<sub>3</sub>的相容性。升温速度10℃/min,测试范围为-50℃~200℃,氮气流速为40ml/min。

④改性PP树脂用平板硫化机压成薄片,在30℃下用日本协和科学株式会社的接触角测定仪,以水为介质测定其接触角。

## 二 结果与讨论

### 1. 改性聚丙烯纤维的形态结构

图1为改性PP纤维的表面形态,由图1A可见,纤维表面有许多大小不一的孔洞、微孔和裂缝沟槽,微孔尺寸分布较宽,小的不

## 一 实验方法

### 1. 改性PP纤维制备

• 现在海南大学化学系工作

到  $0.1\mu\text{m}$ , 大的超过  $2\mu\text{m}$ 。这些孔洞、微孔和裂缝沟槽是因为改性材料与 PP 的收缩系数不同, 在纤维冷却时由于急速相分离造成的。根据北京大学对烟用 CA 纤维剖析的结果, CA 纤维表面也有许多尺寸为  $0.2\sim 0.6\mu\text{m}$  的小孔, 由此可见, PP 改性纤维的形态和 CA 纤维有相似之处。

由图 1B 可以看到, 经溶剂抽提后, 纤维表面出现大量的孔洞、裂缝沟槽, 孔的尺寸分布在  $0.1\sim 5\mu\text{m}$  之间。此外, 纤维表面还有许多大小不等的突起, 说明由于溶剂的抽提作用, 将改性纤维表面的一部分改性组份  $X_2$ 、 $X_3$  溶解, 留下了许多大小不一的孔洞裂缝。



图 1 改性烟用聚丙烯纤维扫描电镜照片(1500倍)  
A—溶剂抽提前; B—溶剂抽提后

从以上分析可知, 经  $X_2$ 、 $X_3$  共混改性后, 有一部分  $X_2$ 、 $X_3$  以小颗粒形态分散在基材 PP 表面上, 引起纤维的极性增大, 同时使改性 PP 纤维具有类似 CA 纤维的结构。

## 2. 改性组份 $X_2$ 、 $X_3$ 与 PP 的相容性

单组份的聚合物只有一个玻璃化温度  $T_g$ , 对于多组份物质, 如果各组份能够相容, 只有一个  $T_g$ 。若不能相容, 则发生相分离, 形成多相体系, 各相有一个  $T_g$ 。DSC 分析纯 PP、 $X_2$ 、 $X_3$  组份, 可知  $T_g$  分别为  $-0.8\text{C}$ 、 $-21.4\text{C}$ 、 $85.6\text{C}$ 。图 2 所示, 改性 PP 的 DSC 图发现有两个  $T_g$ , 在低温区  $T_g$  为  $-0.7\text{C}$ , 在高温区  $T_g$  为  $30.2\text{C}$ , 说明 PP 由于与改性组份发生了化学接枝, 有一定的相容性, 使  $T_g$  升高。为了进一步了解  $X_2$ 、 $X_3$  组份与 PP 的相容性, 对纤维作了透射电镜分析(见图 3), 发现改性 PP 是海岛型结构, 白色是 PP 连续相, 黑色为  $X_2$ 、 $X_3$  分散相, 相界面模糊,

说明  $X_2$ 、 $X_3$  与 PP 有较好的相容性。

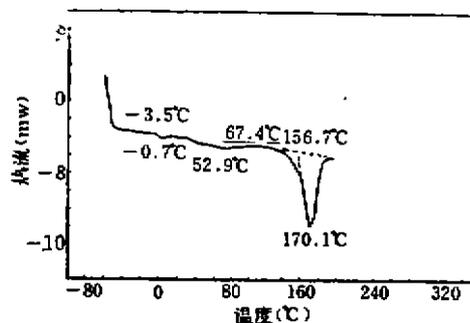


图 2 改性 PP 的 DSC 图



图 3 改性 PP 切片的 TEM(1000倍)

## 3. 改性 PP 纤维的极性

胶粘剂与被粘物之间形成湿润状态, 是胶接接头具有良好胶接性能的先决条件。通常胶粘剂—被粘物体系都被当作液体—固体体系来进行研究<sup>[4]</sup>。液体与固体表面接触时, 处于界面区的两种分子在朝向各相内部方向运动。当液体在固体表面处于平衡状态时, 其表面张力、界面张力和液体在固体表面的接触角的相互关系可用杨氏公式表示:

$$\gamma_{LV}\cos\theta = \gamma_s - \gamma_{SL}$$

式中:  $\gamma_s$  为固体的表面自由能;  $\theta$  为接触角。如果固体是低表面能固体, 其吸引力低于液体相分子的吸引力, 则界面区的液体分子有一种向液体内部收缩的张力, 接触角大于  $90^\circ$ , 表现为非湿润态。如果固体是高表面能固体, 则界面区液体分子有一种被吸附于固体的压力, 接触角小于  $90^\circ$ , 这就是湿润状态。对于同种胶粘剂, 被粘材料的表面自由能越大, 接触角越小, 越有利于粘结。本研究考

考虑通过测定改性纯 PP 对水的接触角来估算材料的极性。结果发现纯 PP 的接触角为  $108^\circ$ , 改性 PP 的接触角降至  $68.4^\circ$ , 说明由于极性物质和极性基团的引入, 使纤维表面极性得到了极大提高, 改善了烟用 PP 纤维的可粘性能。

### 三 结 论

通过采用既有极性基团又有非极性基团的聚合物  $X_2$  及分子刚性较大的弱极性材料

$X_3$  共混改性的 PP 纤维有类似于 CA 纤维的形态结构, 三者有良好的相容性, PP 纤维的极性有很大提高, 有利于进行适当粘结, 以提高滤嘴硬度、气阻及截滤性能, 因而是一种综合性能很好的新型卷烟滤嘴材料。

#### 参 考 文 献

- [1] 胡继文, 孙友德, 合成纤维, 22(3), 24, 1993.
- [2] 朱本松, 合成纤维, 23(3), 151, 1994
- [3] 韩纪唐, 合成纤维工业, 13(1), 56, 1990
- [4] 王孟钟, 黄应胃, 胶粘剂应用手册, 化学工业出版社。

## THE STRUCTURE AND PROPERTY OF MODIFIED POLYPROPYLENE FIBER FOR CIGARETTE FILTER TIPS

Cao Xia, Duang Shangyu, Wu Yufa and Huang Shaojun

(Research Center of Material Science and Engineering, South China University of Technology)

#### Abstract

In this study, a blend spinning method is used to make modified polypropylene fiber for cigarette filter tips. Determinations by scanning electron microscope, transmission electron microscope, differential scanning calorimetry and of the surface contact angle  $\theta$  indicate that the modified polypropylene fiber posses a special structure similar to cellulose acetate fiber, the affiliation of polar modifier component onto the fiber made its polarity increase and contact angle decrease which is advantageous to effective binding of fibers in tips.

## 无 锡 振 华 干 燥 设 备 厂

### 为 您 提 供

\* SKF 干燥机匹配分子筛除湿(露点达  $-50^\circ\text{C}$  以下), 大大提高切片的干燥度, 受到用户青睐。

\* 脉冲气力输送装置适用于粉、粒状物料的远距离输送, 输送能力 2T—10T, 高效、低耗、无噪音, 全部实行自动化。也可根据客户要求定制, 并配套生产振动筛。

无锡振华以雄厚的实力, 优良的品质, 用户无后顾之忧的售后服务, 展现您面前。

厂址: 无锡市西门外阳山镇  
电话: (0510) 3691758 3691767  
传真: (0510) 3691767

厂长: 杨国社 手机: 9606732  
邮编: 214155 电挂: 9244