

②

结构, 聚丙烯纤维, 改性烟草,

新型改性烟用聚丙烯纤维的结构与性能

朱本松 郭刚龙 宋志林
(北京服装学院) (湖北地毯厂) (中国烟草公司)

16-9

PA342.62

摘 要

本研究采用共混纺丝方法制成 A₂、C₂、D₂ 三种改性烟用聚丙烯纤维。通过扫描电镜、液相色谱、纤维力学性能、滤棒物理性能和滤嘴烟气分析,说明改性烟用聚丙烯纤维具有类似二醋酸纤维的特殊形态结构,有很高的产棒量,滤嘴能明显降低烟气中总粒相物和焦油含量,A₂ 纤维对烟气还有很好的选择截滤性能,是一种理想的新型卷烟滤嘴材料。

一 前 言

二醋酸纤维(简称 CA 纤维)由于有很好弹性和热稳定性,有特殊的形态结构和化学组成,由它制成卷烟滤嘴,不但能很好截滤烟气中焦油及其它有害成分,同时又能适量保留烟气中的烟碱,不失卷烟口味,增加吸烟对人体的刺激享受,是一种较为理想的卷烟滤嘴材料。我国是世界卷烟生产和消费大国,又是缺少 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,所以 CA 纤维滤嘴在我国难以大量应用。

聚丙烯纤维(简称 PP 纤维)有很好的亲油性和丰富而廉价的原料,由它制成卷烟滤嘴,由于缺少对烟气的选择截滤性能,影响卷烟口味;由于无合适的固化剂,影响纤维成棒性和废烟丝回收,所以它的应用受到了限制。为提高 PP 纤维滤嘴性能,国内外进行了许多研究,如对 PP 纤维进行表面处理;与其它纤维混合制成复合滤嘴;在 PP 纤维滤嘴中夹一层活性炭等特殊吸附材料等,目的在于提高滤嘴的综合截滤性能。还有用 PP 纤维非织布滤嘴,目的在于提高 PP 纤维的成

棒性。但是用多组分共混纺丝方法提高 PP 纤维滤嘴选择截滤性能的研究,至今尚未见到任何有关的研究报告。本研究目的,为使改性烟用 PP 纤维具有特殊的形态结构,滤嘴有很好的选择截滤性能,逐步替代 CA 纤维滤嘴,成为我国主要卷烟滤嘴材料。

二 实验方法

1. 原料

等规聚丙烯为美国杜邦公司 PC932,MI = 22。改性母粒有 A、C、D 三种。

2. 改性 PP 纤维制备

本试验用意大利普兰泰克斯(plamtex SPA)公司引进的大喷丝板(10194 孔)短程纺设备进行纺丝(螺杆直径 \varnothing 120mm)。母粒添加量为 5%。制成 A₂、C₂、D₂ 三种改性烟用 PP 纤维。

3. 测试仪器和测试方法

(1)纤维形态结构测定

用英国 Cambridge Instruments S-250 型扫描电镜观察纤维表面和断面形态。

(2)纤维力学性能测定

由国家纺织产品质量监督检测中心根据

中烟滤综(1992)第2号 GB8425-87 标准测定。

(3) 滤棒物理性能测定

滤棒由湖北省卷烟材料厂加工。滤棒物理性能由湖北省烟草质量监督检测中心站, 根据 GB5605-88 检测标准进行检测。

(4) 卷烟滤嘴截滤性能测定

卷烟滤嘴的烟气分析, 由湖北省烟草质量监督检测中心, 根据 GB5606-5610-85 标准检测。烟气焦油中 3,4 苯并芘, 由华中理工大学烟草化学研究室用日本岛津 LC-4A 型高效液相色谱仪检测。

三 结果与讨论

1. 改性聚丙烯纤维的形态结构

图 1 为 A₂ 改性烟用 PP 纤维的形态。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, 孔洞、微孔尺寸分布较宽, 小的不到 0.1 μm, 大的超过 10 μm, 裂缝沟槽的形态如局部放大图 1c 所示, 呈网络状。裂缝沟槽宽约为 0.1~1 μm。纤维断面形态如图 1b 所示, 有大量尺寸约为 0.1~4 μm 的非圆形孔洞。这些孔洞、微孔和裂缝沟槽的形态, 是因为改性母粒内含有一定量成孔剂, 它与 PP 收缩系数不同, 又不相容, 所以在纤维冷却成形时, 由于骤冷而急速相分离造成的。根据北京大学对烟用 CA 纤维剖析结果, CA 纤维内部有许多尺寸为 2~3 μm 的小孔和少量尺寸为 5~7 μm 的大孔, 呈椭圆形沿



图 1 A₂ 改性烟用聚丙烯纤维扫描电镜照片

a-纤维表面; b-纤维横断面;
c-纤维表面扫描局部放大

纤维轴向方取向; 纤维表面也有许多尺寸为 0.2~0.6 μm 的小孔。由此可见, A₂ 改性纤维的形态和 CA 纤维形态是很相似的。

图 2 是 C₂ 改性 PP 纤维的形态, 由于 C 改性母粒中含有较多的成孔剂 P₂, 所以纤维表面裂缝沟槽较多也较宽, 最宽可达 2~3 μm; 纤维断面孔洞较大, 一般大孔尺寸为 3~5 μm。可见 C₂ 纤维比 A₂ 纤维具有更多、更大的孔洞和沟槽。

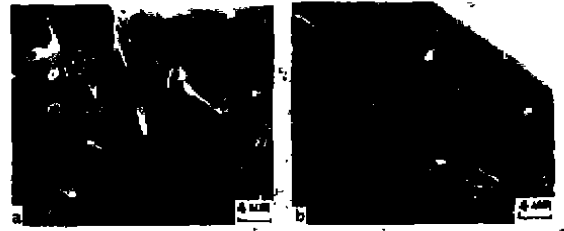


图 2 C₂ 改性烟用聚丙烯纤维扫描电镜照片

a-纤维横断面, b-纤维表面

图 3 是 D₂ 改性 PP 纤维的形态。与 C₂ 纤维相比, 由于 D 改性母粒中成孔剂 P₂ 含量比较少, 而极性高聚物 P₃ 和流变调节剂 P₁ 含量较多, 所以纤维形态不同于 C₂ 纤维, 断面孔洞尺寸远小于 C₂ 纤维, 与 A₂ 纤维比较相似。纤维表面孔洞很少, 网络状沟槽和裂缝的尺寸比 A₂ 和 C₂ 纤维小。



图 3 D₂ 改性烟用聚丙烯纤维扫描电镜照片

a-纤维表面; b-纤维横断面;
c-纤维表面扫描局部放大

2. 改性聚丙烯纤维的力学性能

根据卷烟滤嘴加工特点, 一般要求滤嘴纤维断裂强力和模量要低些, 以利于提高滤棒的分切性; 要求卷曲弹性恢复率要高些, 而卷曲数和卷曲率要适当, 以利于提高滤棒硬度和纤维的产棒量; 对纤维伸长率一般没有严格要求。由表 1 可见, 改性纤维的力学性

表1 改性烟用聚丙烯纤维力学性能

试样	断裂强度 (N/dtex)	伸长率 (%)	模量 (N/dtex)	卷曲数 (个/25mm)	卷曲率 (%)	卷曲弹性 恢复率(%)
纯PP纤维	2.15×10^{-2}	66	1.36×10^{-1}	27	27	70
A ₂ 纤维	1.44×10^{-2}	96	1.19×10^{-1}	31	25	77
C ₂ 纤维	1.26×10^{-2}	51	1.33×10^{-1}	32	29	71
D ₂ 纤维	1.66×10^{-2}	78	1.09×10^{-1}	32	27	74

能,比纯PP纤维有很大改进,断裂强度和模量有明显降低,而卷曲弹性恢复率有明显提高,这是由于改性纤维的特殊形态结构和很好的结晶性引起的,它完全可以满足卷烟滤嘴的加工要求。

3. 改性聚丙烯纤维滤棒的物理性能

滤棒物理指标主要有滤棒长度(一般为120mm)、吸阻、硬度、滤棒重量等。在保证吸阻和硬度的情况下,滤棒重量越轻,吨纤维产棒量越高。提高产棒量,降低滤棒成本,这是本研究的主要目的之一,也是厂家所追求的。由表2可见,改性PP纤维的硬度和吸阻(除A₂偏低外)都符合要求,而产棒量大大高于纯PP纤维。C₂和D₂纤维产棒量分别达到和超过CA纤维。这是因为改性纤维有很好的弹性和很多孔洞,从而降低纤维密度,改善纤维堆积状态。说明改性PP纤维所具有的特殊结构对提高产棒量是有明显效果的。

表2 改性聚丙烯纤维滤棒的物理性能

试样	棒重 (g/120mm)	吸阻 (Pa)	硬度 (%)	理论产棒量 (万支/吨)
CA纤维	0.82	3402.9	91	143
纯PP纤维	0.93	3276.0	91.2	123
A ₂ 纤维	0.85	2226.1	86.9	137
C ₂ 纤维	0.82	3648.1	88.3	143
D ₂ 纤维	0.80	2937.0	86.8	147

4. 改性聚丙烯卷烟滤嘴的截滤性

据现代科学分析认定,烟气中焦油(特别是3,4苯并芘)对人体健康是有害的。本研究目的就是要提高滤嘴对烟气中焦油和3,4苯并芘的截滤效果,同时要适量保留烟碱含量。由表3、表4可见,A₂纤维对3,4苯并芘有非常好的截滤性,与纯PP纤维滤嘴相比,使烟气中3,4苯并芘含量降低53%,比CA纤维滤嘴降低52.15%。D₂纤维也有很好的截滤

效果,分别降低26.5%和5.41%。可见A₂和D₂纤维滤嘴对3,4苯并芘的截滤性已超过CA纤维滤嘴。而C₂纤维滤嘴性能,优于纯PP纤维滤嘴,但比CA纤维滤嘴差。这可能是由于A₂和D₂纤维有较合适尺寸的微孔和网络状沟槽,而C₂纤维孔洞尺寸太大的原因。因为3,4苯并芘为非极性稠环化合物,在烟气焦油中呈气溶胶状,靠分子筛原理进行截滤,所以纤维的形态结构和微孔尺寸对截滤效果有很大影响。

表3 A₂纤维滤嘴对3,4苯并芘的截滤性能

试样	烟气中3,4 苯并芘含量 (μg/支)	峰面积	对纯PP含 量变化率 (%)	对CA含量 变化率 (%)
CA纤维	1.63	13988		
纯PP纤维	1.66	14029		
A ₂ 纤维	0.78	6640.5	-53	-52.15

表中“-”表示烟气中有害成分含量减少,“+”表示增加

表4 C₂和D₂纤维滤嘴对3,4苯并芘的截滤性能

试样	烟气中3,4 苯并芘含量 (μg/支)	峰面积	对纯PP含 量变化率 (%)	对CA含量 变化率 (%)
CA纤维	1.11	2070.7		
纯PP纤维	1.43	2667.7		
C ₂ 纤维	1.31	2443.8	-8.39	+18.02
D ₂ 纤维	1.05	1958.8	-26.57	-5.41

由表5、表6可见,A₂纤维滤嘴不但明显降低总粒相物含量,而且对烟气中焦油和烟碱有很好的选择截滤性能,在减少烟气中焦油含量的同时,适量增加烟气中烟碱含量,说明A₂纤维滤嘴的截滤性能优于纯PP和CA纤维滤嘴。C₂和D₂纤维滤嘴对降低烟气中总粒相物和焦油含量有明显效果,但对烟碱的选择截滤性能不如A₂纤维滤嘴。可能是由于A₂纤维中极性高聚物含量较高的原因,因为烟碱是一种弱极性有机物。

表5 A₂纤维滤嘴烟气分析结果

试样	总粒相物			焦油			烟碱		
	含量 (mg/支)	对纯PP含 量变化率%	对CA含量 变化率%	含量 (mg/支)	对纯PP含 量变化率%	对CA含量 变化率%	含量 (mg/支)	对纯PP含 量变化率%	对CA含量 变化率%
CA纤维	29.18			21.98			0.99		
纯PP纤维	28.09			24.14			0.86		
A ₂ 纤维	23.81	-15.20	-18.40	20.17	-16.44	-8.23	1.02	+18.60	+3.03

表6 C₂和D₂纤维滤嘴烟气分析结果

试样	总粒相物			焦油			烟碱		
	含量 (mg/支)	对纯PP含 量变化率%	对CA含量 变化率%	含量 (mg/支)	对纯PP含 量变化率%	对CA含量 变化率%	含量 (mg/支)	对纯PP含 量变化率%	对CA含量 变化率%
CA纤维	30.80			25.83			1.58		
纯PP纤维	33.22			27.63			1.94		
C ₂ 纤维	28.70	-13.6	-7.0	23.80	-13.86	-7.86	1.74	-10.3	+10.13
D ₂ 纤维	28.52	-14.1	-7.4	23.75	-14.04	-8.05	1.63	-15.98	+3.16

四 结 论

A₂、C₂、D₂三种改性烟用PP纤维有类似CA纤维的形态结构,有较低的断裂强度和较高的弹性。C₂和D₂纤维的产棒量分别达到和超过CA纤维,A₂纤维产棒量低于

CA纤维,但远高于纯PP纤维。三种改性纤维滤嘴都明显地降低了烟气中总粒相物和焦油的含量,A₂纤维滤嘴还能适量增加烟气中烟碱含量,有很好的选择截滤性能。说明三种改性PP纤维是一种综合性能很好的新型卷烟滤嘴材料。

THE STRUCTURE AND PROPERTY OF MODIFIED POLYPROPYLENE FIBRE FOR CIGARETTE

Zhu Bensong (Beijing Institute of Clothing Technology)

Guo Ganglong (Hubei Carpet Factory)

Song Zhiling (The cigarette Corp. of China)

Abstract

In this study, a blend spinning method was used to make three kinds of modified polypropylene fibre (A₂, C₂, D₂) for cigarette. The results of scanning electron microscope and liquid chromatography, mechanical property of the fibre, physical property of the filter tips and flue gas analysis indicated the modified polypropylene fibre for cigarette possessed a special morphologic structure similar to cellulose acetate fibre and high tip forming capacity. The tips made of the fibre can significantly decrease the total particle phase substance and tar content in the flue gas. A₂ fibre is an ideal material for new cigarette filter tips as its good intercept filtering selectivity to flue gas.