

疏水性丙纶短纤维的研制及生产

天津大学化工学院 马智 甘肃兰港石化有限公司 宋自民

兰州石化公司石化研究院 蔡进军

聚丙烯纤维具有比重轻、熔点低、高强度、耐酸碱等特点，纺丝过程简单，工艺路线短，原料消耗和能耗低，生产过程无污染，而且与人体皮肤接触无刺激，是许多一次性卫生用品不可缺少的原料。

我国现有丙纶短纤维最大的应用就是制成一次性亲水卫生原材料，再经非织造布生产厂制成亲水性非织造布，用在许多卫生材料的表面。通过对市场现有的许多一次性卫生材料的研究发现：许多产品的表面材料是亲水性非织造布，衬底是塑料薄膜，中间是高吸水性材料，通过这三种材料的混合达到控制液体的目的。由于塑料薄膜的使用，会使人感到不适，有时甚至会产生声响，使人尴尬。如果用一种疏水性的非织造布代替塑料薄膜作为衬底，这一问题将得以很好的解决，同时还会提高卫生用品的档次。要生产疏水性非织造布，就必须有疏水性的纤维。我们通过对聚丙烯纤维生产工艺的改进，开发及生产出了具有疏水性能的聚丙烯纤维，下游客户使用后反映良好。

1 生产工艺

1.1 生产准备

1.1.1 原料

聚丙烯（PP）切片：兰港公司聚丙烯厂生产，牌号 S-800，熔融指数为 18g/10min，等规度 $\geq 96.0\%$ 。其主要性能见表 1。

表 1 聚丙烯性能

项 目	质量指标	S-800
清洁度/（个/kg）	0~10	2

熔融指数/ (g10min)	13~22	18
等规度/%	≥96.0	98.2
屈服强度/MPa	≥30.0	38.4
灰分/%	≤0.020	0.012
鱼眼 (0.8mm) /个	0~8.0	4.7
鱼眼 (0.4mm) /个	0~40.0	7.3

1.1.2 纺丝

将 PP 切片经挤压机熔融后输送至纺丝组件，经喷丝板形成熔体细流，再经中心环吹风装置冷却成形为初生纤维。生产线型号：SUPPER STAPLE 700 II，喷丝板采用 9×10^4 个孔的环形喷丝板，喷丝板外径 840mm，纺丝位数十个位。

1.1.3 疏水性处理

要改变化学纤维的表面性能（如亲水性、疏水性等），可以通过使用不同性质的化纤油剂在初生纤维表面上油来实现这一目的。使用一种具有疏水性能的丙纶油剂，就可以使最终的丙纶产品具有疏水性。经过多方面调研及考察，我们选定了 3 种疏水性油剂供开发生产。这三种油剂代号分别为 A、B、C，主要性能见表 2。

表 2 疏水性油剂主要性能

项目	A	B	C
主要成分	有机硅	有机硅	有机硅
外观	奶白色乳液	淡黄色油状物	乳液
质量含量/%	63	100	20
pH 值 (25℃)	7.6	7.2	5.0
黏度 (25℃) /MPa·s	320	-	1400
价格/(万元/t)	9.8	11.2	9.5

经试用后发现：使用油剂 C 时生产线出现纤维极易缠绕在拉伸辊上的现象，影响生产的正常平稳运行，同时导致生产线提速困难，影响产量；使用油剂 A、B，生产线运行正常平稳，可满足产品质量要求。但油剂 B 造价较高，影响生产成本，因此，最终我们选定了油剂 A 来进行疏水性纤维的开发生产。

1.1.4 抗静电处理

化学纤维由于本身的特性，在纤维生产加工中与高速运转的机械表面相摩擦，就不可避免地要产生静电；另外由于所采用的这种疏水性油剂主要成分为硅油，而硅油的抗静电性能

很差，这样就会对丙纶的生产和后加工过程产生许多不利的因素，所以必须对纤维进行抗静电处理。由于卫生性能的要求，我们采用两种阴离子型抗静电剂分别进行开发试验。这两种抗静电剂代号分别为 D、E，均按一定比例配比成溶液，主要性能见表 3。

表 3 抗静电剂主要性能

项 目	D	E
外观	琥珀色液体	澄清液体
类别	阴离子型	阴离子型
pH 值 (10%乳剂)	6.7~7.3	6.0
黏度 (25℃) /MPa·s	12.0	-
有效成分/%	50	50
主要成分	有机脂	有机脂

试验结果表明：这两种抗静电剂均可用于开发生产疏水型聚丙烯纤维，但由于抗静电剂 E 的价格较高，我们最终选定了抗静电剂 D 来用于开发生产。要把抗静电剂均匀地分散在纤维表面，才能使纤维具有不积累静电的能力。经过喷嘴喷出的抗静电剂，雾化效果的好坏，除了喷嘴自身的原因之外，喷出液体介质的黏度也很重要。喷嘴的性质是不能改变的，我们通过调整抗静电剂溶液的黏度来调整雾化效果。首先准备了三种不同浓度的抗静电剂（50%，20%，10%），在喷嘴前 30cm 处放置一块玻璃板，连续喷出 10s 来观察玻璃上液体的分布情况。经分布情况确认，我们选用浓度为 20% 的抗静电剂来进行抗静电处理。20% 浓度的抗静电剂在纤维表面不同含量时纤维的比电阻检测结果见表 4。

表 4 纤维比电阻检测结果

纤维表面抗静电剂含量/%	纤维比电阻检测结果/ $\Omega \cdot \text{cm}$
0.05	$K \times 10^{20}$
0.10	$K \times 10^{10}$
0.20	$K \times 10^7$

注：K 为 1.0~9.9

浓度为 20% 的抗静电剂经喷嘴喷后的雾化效果较好，从试验过程及检测结果可以看出：当抗静电剂含量为 0.05% 时，纤维比电阻很大，达不到抗静电处理的效果；抗静电剂含量为 0.01% 时，纤维的抗静电效果较明显，测得水柱高度较高，达到 115mm；当使用抗静电剂含量为 0.20% 时，检测纤维抗静电性能较弱，水柱高度仅为 68mm。因此我们选定抗静电剂的配比

浓度为 20%左右，同时确保抗静电剂在纤维表面的含量是 0.10%，才能起到纤维的抗静电处理的目的。

1.2 纺丝工艺

1.2.1 纺丝温度

根据 PP 切片的物理性能指标，确保熔体流动性能达到最佳状态，制定螺杆挤压机一区～九区的温度为 (260~315) ±10℃，过滤器温度 305±10℃，纺丝位温度 305±10℃。

1.2.2 冷却风温

生产中采用环吹风对初生丝条进行冷却，风温控制范围 25±2℃。随着生产负荷的变化，通过改变风量来达到充分冷却熔体细流的目的。

1.3 上油工艺

生产中采用双面接触法上油工艺。将疏水性油剂 A 与脱离子水混合并搅拌成均匀的乳液，经过上油系统按一定比例均匀地铺展在初生纤维表面，从而达到改变纤维表面性能的目的。由于下游厂家所需要纤维的含油率指标为 0.22%±0.02%，经我们试验后最终将疏水性油剂 A 的浓度定为 1: (25~30)，配置水温 40℃。表 5 是不同浓度的疏水性油剂试验结果。

表 5 纤维含油率

油剂 A 配置量	纤维含油率/%
1: (60~70)	0.05
1: (40~50)	0.11
1: (30~40)	0.18
1: (25~30)	0.22
1: (15~20)	0.34

1.4 抗静电处理工艺

将抗静电剂 D 和脱离子水均匀混合，抗静电剂配比浓度 20%，配制温度为室温。配制后的溶液经泵加压后均匀地喷洒在卷曲定型后的丝束表面，使抗静电剂在纤维表面的含量达到 0.10%。

1.5 热定型工艺

生产线的热定型工艺为松弛定型，通过设定加热温度的变化来改变定型的效果。另一方面，由于疏水性油剂中主要成分为硅油，当定型温度升高时，硅油将能更好地铺展在丝束表面，使纤维的表面活化能进一步增强，使纤维的疏水性能更加明显。

2 产品质量

经我们开发生产出的这种具有疏水性能的聚丙烯纤维，产品规格为 2.40dtex×40mm，主要成品质量检测结果如表 6。

表 6 成品质量

分析项目	质量指标	检测结果	
		我方	甲企业
线密度/dtex	2.40±0.12	2.48	2.46
断裂强度/cN·dtex ⁻¹	>1.50	1.71	1.79
断裂伸长率/%	>270.0	483.3	464.2
长度/mm	40±2	40	40
含油率/%	0.22±0.02	0.22	0.38
抗水时间/h	实测	>24	>24
水柱高度/mm	实测	115	120

备注：分析标准为企业质量标准 Q/LBB·0002-2004。

3 结论

我们于 2002 年 1 月开发并生产出的这种具有疏水性能的聚丙烯纤维，截止 2005 年 12 月已经累计生产和销售约 1635t，占丙纶短纤维销售总量的 11.5%。产品一投放市场就得到用户的欢迎，并且对产品质量反映满意。

经用我们开发生产的这种疏水性聚丙烯纤维生产的 18g/m² 的疏水性非织造布，主要质量结果如表 7 所示。

表 7 非织造布质量

分析项目	指标	结果	
		A 厂家	B 厂家
横向强力 (CD) / (N/5cm)	>5	6.2	6.4
纵向强力 (MD) / (N/5cm)	>25	40	41
纵向伸长/%	>30	40	43

横向伸长/%	>50	73	76
十点法	1st:0/10	1st:0/10	1st:0/10
	2nd:0/10	2nd:0/10	2nd:1/10

备注：分析标准为企业质量 Q/LBB • 0002-2004。

从表 7 可以看出：以我们开发生产的这种丙纶为原料生产出的非织造布，其产品主要的各项指标都达到要求，并且非织造布的生产线运行平稳无异常。从纤维质量检测结果（表 6）可以看出：我们开发的聚丙烯疏水性纤维的各项指标均已达到南方外资企业（甲企业）的生产水平，但甲企业所生产纤维的含油率较高，水柱高度较高，疏水性效果更显著，这是由于所选用油剂的不同所造成的。同时，在用我们开发出的聚丙烯疏水性纤维制成的非织造布的质量检测结果中，B 厂家用十点法检测结果有一项为 1/10，这证明我们选用的疏水性油剂 A 的性能还逊色于甲企业所用的油剂。因此，我们必须继续寻找性能更加优异、价廉物美的疏水性油剂，才能使生产成本有所降低，产品质量得到进一步提高，进而达到国际先进水平。总体上来讲，经我们成功开发及生产的聚丙烯疏水性纤维，不仅用户反映满意，而且填补了国内市场的空白；同时，在我们开发生产过程中，生产线运行情况也非常良好，可以为更大负荷的生产奠定基础。

原载：《合成纤维》2006 年第 7 期