

工业技术(124~126)

疏水性聚丙烯纤维的开发及生产

刘嘉, 刘军, 李新昌, 宋自民

(中国石油甘肃兰港石化有限公司, 甘肃 兰州 730060)

摘要:介绍了疏水性聚丙烯纤维的生产工艺特点及其开发过程。着重对疏水性油剂和抗静电剂的选择及其使用方法、用量等进行了分析与讨论。

关键词:聚丙烯; 疏水性; 生产工艺

中图分类号: TQ325.1*4

文献标识码: B

文章编号: 1009-0045(2003)02-0124-03

聚丙烯纤维具有密度小、熔点低、高强度、耐酸碱等特点,其商品名为丙纶。聚丙烯纤维纺丝过程简单,工艺路线短、原料消耗和能耗低,生产过程无污染,另外聚丙烯的主要成分只有碳、氢2种化学元素,所以聚丙烯纤维的卫生性好,而且与人体皮肤接触无刺激。由于聚丙烯纤维具有以上特点,使其成为许多一次性卫生用品不可缺少的原料。

通过对市场现有许多一次性卫生材料的研究发现,许多产品的表面材料是用亲水性聚丙烯纤维制成的亲水性无纺布,衬底是塑料薄膜,中间是高吸水性材料,通过这3种材料的混合达到控制液体的目的。而塑料薄膜的使用,会使人感到很不舒适。如果能用一种疏水性的无纺布代替塑料薄膜作为衬底,这一问题将得以很好的解决,同时提高了卫生用品的档次。为此,通过对聚丙烯纤维生产工艺的探索和改进,开发生产出了具有疏水性能的聚丙烯纤维。

1 生产工艺

1.1 原料

原料采用兰港公司聚丙烯厂生产的聚丙烯切片,牌号S-800,熔体流动速率为18 g/10min,等规度 $\geq 96.0\%$ 。其主要性能见表1。

表1 聚丙烯切片性能

项目	质量指标	实测
清洁度/(个·kg ⁻¹)	0~10	2
MFR/(g·10min ⁻¹)	13~22	18
等规度/%	≥ 96.0	98.2
屈服强度/MPa	≥ 30.0	38.4
灰分/%	≤ 0.02	0.012
鱼眼*/个		
0.8 mm	0~8.0	4.7
0.4 mm	0~40	7.3

*:指1520 cm²聚丙烯切片上的鱼眼数量。

1.2 纺丝成型

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型为初生纤维。生产线型号为SUPER STAPLE 700 II,采用 9×10^4 个孔、外径为840 mm的环行喷丝板,纺丝位数10个。

1.2.1 纺丝温度

根据所采用原料(PP切片)的物理性能,

表2 纺丝温度

加热区域	温度/℃	加热区域	温度/℃
挤压机一区	260 ± 10	挤压机七区	305 ± 10
挤压机二区	270 ± 10	挤压机作区	315 ± 10
挤压机三区	280 ± 10	挤压机九区	290 ± 10
挤压机四区	285 ± 10	过滤器	305 ± 10
挤压机五区	290 ± 10	纺丝位	305 ± 10
挤压机六区	295 ± 10		

收稿日期:2003-09-02;修回日期:2004-01-06

作者简介:刘嘉(1975-),男,甘肃兰州人,助理工程师,现主要从事聚丙烯纤维生产技术管理工作。

以确保熔体流动性能达到最佳状态为原则,确定的纺丝温度见表2。

1.2.2 冷却风温

冷却形式采用环吹风进行冷却,风温控制在 25 ± 2 °C,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 疏水性处理

1.3.1 疏水剂

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聚丙烯纤维油剂,就可以使最终的聚丙烯纤维产品具有疏水性。经考察选定了3种疏水性油剂,其代号分别为A、B、C,其组成及性能等情况见表3。

表3 几种疏水性油剂

项 目	油剂 A	油剂 B	油剂 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
质量分数/%	63.3	100	20
pH (25 °C)	7.6	7.2	5.0
粘度(50 °C)/(mPa·s)	320		1400
价格/(万元·t ⁻¹)	9.8	11.2	9.5

分别对这3种疏水性油剂进行了试用,结果表明:使用油剂C时,纤维极易缠绕在牵伸辊上,影响生产的正常平稳运行;使用油剂A和油剂B,生产线均能正常平稳运行,产品质量均能满足要求,但油剂B价格较高,因此,最终选择了油剂A作为纤维疏水性处理剂。

1.3.2 上油工艺

生产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,将其经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。表4是不同比例的疏水性油剂对纤维含油率影响情况的试验结果。

表4 纤维含油率试验结果

V(油剂A):V(脱离子水)	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

由于下游厂家要求纤维的含油率为 $(0.22 \pm 0.02)\%$,故将疏水性油剂A与脱离子水的体积比确定为1:(25~30),配制水温为40 °C。

1.4 抗静电处理

1.4.1 抗静电剂

化学纤维由于本身的特性,在生产加工过程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;另外由于采用的疏水性油剂的主要成分为硅油,而硅油的抗静电性能很差。因此,须对纤维进行抗静电处理。本实验中,分别采用2种阴离子型抗静电剂(代号分别为D、E)进行试验,其主要组成及性能见表5。

表5 抗静电剂主要组成及性能

项 目	抗静电剂 D	抗静电剂 E
外观	琥珀色液体	澄清液体
类别	阴离子型	阴离子型
pH(10%乳剂)	6.7~7.3	6.0
粘度(25 °C)/(mPa·s)	12.0	
质量分数/%	50	50
主要成分	有机脂	有机脂

将2种抗静电剂分别按一定比例配成溶液,经泵加压后均匀地喷洒在卷曲成型后的丝束表面。实验结果表明,这2种抗静电剂均可用于疏水型聚丙烯纤维的抗静电处理,由于抗静电剂E的价格相对较高,故最终选择了抗静电剂D。

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。抗静电剂雾化效果的好坏,取决于喷嘴和喷出液体介质的粘度。在本实验中,主要通过调整抗静电剂溶液的粘度来调整雾化效果。首先准备了3种质量分数分别为50%、20%和10%的抗静电剂,在喷嘴前30 cm处放置1块玻璃板,连续喷10 s,观察玻璃上液体的分布情况。结果表明,质量分数为20%的抗静电剂的雾化效果较好。将此浓度的抗静电剂以不同量喷于纤维表面,考察抗静电效果,结果列于表6。

表6 抗静电剂用量对抗静电效果的影响

序号	抗静电剂用量/%	纤维比电阻/($\Omega \cdot \text{cm}$)	水柱高度/mm
1	0.05	$(1.0 \sim 9.9) \times 10^{20}$	
2	0.10	$(1.0 \sim 9.9) \times 10^{10}$	115
3	0.20	$(1.0 \sim 9.9) \times 10^7$	60

从表 6 可以看出,当抗静电剂用量为 0.05% 时,纤维比电阻很大,达不到抗静电处理的效果;抗静电剂用量为 0.10% 时,纤维的抗静电效果较明显,测得水柱高度较高,达到 115 mm;当使用抗静电剂用量为 0.20% 时,测得的纤维抗静电性能较弱,水柱高度仅为 68 mm。

1.4.2 卷曲及抗静电工艺

卷曲是使合成纤维具有与天然纤维一样的抱合力的工序。聚丙烯纤维由于其自身具有的柔韧性,在填塞箱的作用下发生弯曲,即赋予纤维一定的抱合力。得到良好卷曲效果的聚丙烯纤维,需要对其进行抗静电处理。将抗静电剂与脱离子水混合均匀后喷洒在卷曲后的聚丙烯纤维纤维表面。如前所述,抗静电剂质量分数为 20%,配制温度为室温。

1.5 热定型工艺

热定型使聚合物分子间的某些连接点得到松懈和重建,消除大分子间的内应力,使纤维的结晶度得到提高。生产线的热定型工艺为松弛热定型,通过改变加热温度来改变定型效果。由于疏水性油剂的主要成分为硅油,当定型温度升高时,硅油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,疏水性纤维的疏水性能更加明显。

2 产品质量

通过上述工艺生产出的疏水性聚丙烯纤维,其规格为 2.4 dtex × 40 mm,主要成品质量检测结果(按照 Q/LBB.002—2002 进行分析)如表 7 所列,参比产品为某外资企业生产的同类产品。

(上接第 123 页)

从表 5 可以看出,加入 6 mg/L MMT 后符合产品质量标准的汽油,在透明玻璃瓶里储存一段时间后产品的性质会发生变化,辛烷值逐渐降低,诱导期由 630 min 缩短至 382 min,变为不合格,目测外观也逐渐变成土黄,且逐渐浑浊。从表 6 可看出汽油在棕色瓶子里放置,汽油质量能够保持合格,说明在避光储存情况下汽油质量可以得到保证。

表 7 疏水性聚丙烯纤维质量检测结果与对比

项目	检测结果	质量指标	参比产品
线密度/dtex	2.48	2.4 ± 0.3	2.46
断裂强度/(cN · dtex ⁻¹)	1.71	>1.5	1.79
断裂伸长率/%	483.3	>270	464.2
长度/mm	40	40 ± 2	40
含油率/%	0.22	0.22 ± 0.02	0.38
疏水时间/h	>24	实测	>24
水柱高度/mm	115	实测	120

从表 7 可以看出,新开发的疏水性聚丙烯纤维已达到某外资企业的生产水平,但参比产品的含油率和水柱高度均较高,疏水性效果更显著,这是由于所选用油剂不同造成的。

3 产品应用效果

采用这种疏水性聚丙烯纤维生产的 18 g/m² 疏水性无纺布的性能(按照 Q/LBB.002—2002 进行分析)如表 8 所列,参比产品为以上述某外资企业生产的疏水性聚丙烯纤维为原料生产的疏水性无纺布。

表 8 疏水性无纺布性能检测结果与对比

项目	指标	检测结果	参比产品
横向强力*/N	>5	6.4	6.2
纵向强力*/N	>25	41	40
纵向伸长率/%	>30	43	40
横向伸长率/%	>50	76	73
十点法	1st: 0/10	1st: 0/10	1st: 0/10
	2nd: 0/10	2nd: 1/10	2nd: 0/10

*:纤维长度为 5 cm。

从表 8 可以看出,用所开发的聚丙烯纤维为原料生产的无纺布,其产品的主要指标都达到了要求。

4 结论

在实际生产中加入一定量的 MMT,可以提高辛烷值,产品各项指标均能够达到要求,而且避光贮存一定时间可以保持质量不发生变化。

另外 MMT 的加入量也值得考虑。MMT (HiTEC3062) 的价格为 17.8 万元/t,加入 1 mg/L MMT,汽油成本增加近 1.58 元。在实际应用中要找出最佳加入量,以达到既能提高产品质量,又能节约成本的目的。