

④ 10-11

TS102.526

TS195.62

装饰用阻燃丙纶短纤维的开发

装饰用 阻燃丙纶短纤维

薛桂清 程建伟 张玉庆

丙纶
阻燃整理

概况

近年来随着石油化学工业的迅速发展,合成纤维工业得到较快的发展。尤其是涤纶纤维发展最快,目前已占合成纤维之首。丙纶由于原料丰富易得,生产过程简单,并有独特的芯吸效应等广泛的使用价值,自1960年工业化生产以来,随着纺丝技术的进步和纤维级聚丙烯产品的发展而得到了相应的发展,已成为仅次于涤纶、锦纶、腈纶的第四大合纤品种,越来越受到人们的重视。

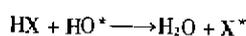
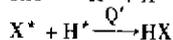
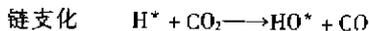
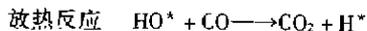
现在,世界上约有50多个国家和地区,400多家企业生产丙纶,世界丙纶产量已突破100万吨,占世界合成纤维总产量的6%左右,1980年至1990年世界丙纶的年平均增长速度为12%,特别是美国和西欧各国发展最快,美国1983年就居世界丙纶生产之首,有80余家生产企业,1990年产量达36万吨,其中丙纶短纤维占合成短纤维的10.2%,同年西欧的丙纶产量约50万吨,是1981年的3.4倍,其中短纤维约35万吨,占70%,主要生产国是比利时、意大利和德国,这样美国和西欧的丙纶产量合计约占世界丙纶总产量的80%以上,同期我国丙纶只占合纤比例的4.6%,与日本的4.1%,台湾省的5.3%相近。

我国丙纶虽然起步较晚,但发展速度较快。近年来,地毯、壁毯方面装饰材料、非织造布、土工布、卫

生材料领域的迅速发展,带动了丙纶功能性纤维的发展,据有关专家测算,2000年我国丙纶产量将达15万吨,占我国合纤产量的6.5%,占世界丙纶产量的10.7%,随着我国经济实力的增长,城市建设的迅猛发展,高层建筑林立、交通工具的高速化、居住人口的密集化,对阻燃防火要求已排上了议事日程,世界上许多国家对纺织产品制定了相应的阻燃法规,从而加快了阻燃纺织品的发展进程,我国公安部、内贸部和纺织总会三部联合颁布了统一阻燃装饰织物考核标准,估计在近几年也将要制定纺织品的阻燃法规。

聚丙烯的阻燃机理

聚丙烯的阻燃机理,一是阻燃剂使燃烧的物质发生一种异常的分解历程,产生不易燃烧的气体;二是阻燃剂本身分解出的气体与聚合物分解出的正常气相产物相混合,形成一种不易燃烧的混合物。在第二种情况下,阻燃剂形成的气相产物受热分解,产生的自由基或原子可起链终止的作用,其反应式为:



聚合物RH吸收热量 Q' 产生 R^{\cdot}

和 H^{\cdot} ,氧攻击 R^{\cdot} 开始氧化作用,阻燃剂RX吸收能量 Q' 、分解生成能与 R^{\cdot} 反应的 X^{\cdot} 、 X^{\cdot} 与 H^{\cdot} 反应生成HX,HX又与氧化反应生成的 HO^{\cdot} 反应,于是放热反应受到抑制,燃烧体系被冷却。

按照这种机理,有机化合物中碳—卤键的键能必须比聚合物中碳—氢键的键能低,键能差值越大,阻燃效果愈好。

试制设备

试制设备是采用从德国巴马格公司引进的年产2000tFE-4E丙纶短程纺设备。该设备具有80年代国际先进水平,其特点为:(一)采用较先进的熔体注射法工艺,另有一支辅助小螺杆挤压机和3DD动态混合器,辅助料如色母粒、阻燃母粒等都通过该小螺杆熔融后到大螺杆出口进行熔体混合,由于小螺杆单独控制,温度可以控制比大螺杆低,所以辅助料在小螺杆内温度低、停留时间短,热分解少,故特别适宜开发差别化纤维。(二)两台七辊牵伸机采用热辊牵伸,辊内为导热油传热,有利于提高纤维的质量,工艺调节也较方便。(三)卷曲为机械平面卷曲,卷曲数可以调节,卷曲性能优良,卷曲前再次上油,保证了纤维的含油率,纤维静电小、便于后加工的需要。(四)采用多孔低速纺丝工艺,具有机械设备磨损小、产品质量稳定等优点。

试制工艺

1. 工艺流程

聚丙烯 + 降温母粒 $\xrightarrow{\text{搅拌}}$ 料池 $\xrightarrow{\text{真空抽吸}}$ 料斗
 阻燃母粒 + 色母粒 $\xrightarrow{\text{搅拌}}$ 料斗
 料斗 \rightarrow 12E. 螺杆挤压熔融 \rightarrow 3DD
 \rightarrow 4E. 螺杆挤压熔融 \rightarrow 3DD
 动态混合器 \rightarrow 纺丝箱体 \rightarrow 纺丝 $\xrightarrow{\text{二次上油吹风成形}}$
 卷绕辊 \rightarrow 一道七辊牵伸加热 \rightarrow 热空气箱
 加热 \rightarrow 二道七辊牵伸加热 \rightarrow 张力叠丝架
 上油 \rightarrow 卷曲 \rightarrow 松弛定型 \rightarrow 切断 \rightarrow
 风机吹送 \rightarrow 打包(成品)。

2. 原料及规格

聚丙烯 F401(熔融指数 2.01g/10分), 由南京扬子石化供货。阻燃母粒 FR-8, 产品外观尺寸 $\phi 2 \sim 4 \times 3 \sim 5\text{mm}$ 。压条氧指数(LOI) ≥ 26 , 离火自熄。由江苏省纺研所供货。降温母粒 DTBP 外形尺寸为 $\phi 3 \times 5\text{mm}$, 由南京扬子长江化工厂供货。色母粒: 为红色。由扬子虹光色母粒厂提供。丙纶油剂 PPS-2 由辽宁丹东市东沟油脂厂供货。

3. 产品规格与颜色

规格: 18dtex \times 76mm

颜色: 红

4. 纺丝工艺的几点关键

(1) 阻燃母粒的加量

从理论上说, 阻燃母粒的加量越多, 纤维具有的极限氧指数越高, 纤维及织物的阻燃性能就会越好。但由于阻燃母粒中的阻燃剂是一种有机卤化合物, 添加到纺丝的熔体当中去, 等于在纺丝过程中增加了杂质, 会影响纺丝质量, 再加上阻燃剂盐的粒度过大, 加量多了也会影响纺丝组件的使用周期, 降低纤维的质量, 为此我们进行了多方面的优选, 确定加 6% 的阻燃母粒效果最佳, 既保证了阻燃效果(极限氧指数 LOI $\geq 26\%$) 和纤维的各项质量指标, 又可为企业和社会增加可观的效益。

(2) 工艺温度的选择

由于本试制使用的聚丙烯熔融指数较低, 大多在 2~3 左右, 这种熔融指数的聚丙烯在巴马格短程纺设备上纺丝的温度要在 285℃ 以上, 而我们使用的阻燃剂起始分解温度为 230℃ 左右, 因此, 聚丙烯粒子中必须添加降温母粒(DTBP), 来降低熔体温度, 减少阻燃剂的分解、挥发和影响生产环境, 为此加入了 4% 的降温母粒(DTBP) 使纺丝温度尽量低一些。实践证明效果较佳。其各区纺丝温度分布见表:

表 1 纺丝各区温度表

纺丝区	温度(℃)	纺丝区	温度(℃)
一区	200~220	二区	215~228
三区	220~232	四区	220~232
五区	220~232	六区	220~232
七区	215~225	八区	215~225
联苯箱体	225~235		

(3) 冷却成形条件

冷却的风温、风压对纺丝成形的影响是多方面的, 不仅影响阻燃纤维的后牵伸性能, 而且影响丝条的内在结构, 因此我们选用了低温强制性冷却条件, 风温为: 10~15℃, 风压为 26mbar, 另外我们考虑到单面冷却吹风会使外侧丝条成形不良, 所以, 又在外侧增加了一套单体抽吸装置, 以增加外侧的冷却风量, 同时也可以将阻燃剂分解出的单体抽出。既保证了纺丝的质量, 又净化了操作环境。

(4) 牵伸温度和牵伸倍数的选择

牵伸是后纺生产的重要工序。由于阻燃剂的加入, 降低了纤维的强力, 影响了丝束的可牵伸性能, 为此通过调节热气箱的温度, 热辊温度及牵伸倍数, 来获得适当的强力和伸长率, 减少倍长纤维, 保证了纤维的手感柔和及相应的各项质量指标。其工艺为:

一道七辊牵伸热辊温度: 115~125℃

二道七辊牵伸热辊温度: 140~160℃

热气箱温度: 145~158℃

牵伸倍数: 3.0~3.5倍

(5) 油剂浓度

纤维含油的多少直接影响到纤维的手感和后加工的性能。如果纤维上油量不足, 会使阻燃纤维在加工织物过程中容易产生静电, 为保证后道工序能正常生产, 采用了高浓度的前后纺油剂(前纺油剂浓度为 20~25%, 后纺油剂浓度为 25~35%)。

试纺质量状况

1. 阻燃丙纶装饰用短纤维质量

阻燃丙纶装饰用短纤维(18dtex \times 76mm) 经江苏省纺织品测试中心依据 Q/321181BH006-95《阻燃丙纶装饰用短纤维》标准检验, 各项指标均达到 Q/321181BH006-95《阻燃丙纶装饰用短纤维》标准所规定的一等品要求, 详见表 2。

表 2 阻燃丙纶装饰用短纤维质量测试报告

产品指标名称	计量单位	技术标准	测试结果
断裂强度	cN/dtex	≥ 2.2	3.2
断裂伸长率	%	100 \pm 50.0	152.8
线密度偏差率	%	± 10.0	5.0
倍长纤维	mg/100g	≤ 50.0	22.8
疵点	mg/100g	≤ 100.0	4.5
卷曲数	个/25mm	3.0~6.0	6.0

2. 阻燃丙纶装饰用短纤维织物阻燃性能

阻燃丙纶装饰用短纤维制成的阻燃丙纶装饰用针刺地毯经江苏省纺研所理化中心试验室依据 GB5455-85 检测阻燃性能(垂直燃烧法), 检测结果其织物达到和超过中国公安部、国内贸易部、纺织总会三部联合颁布的统一阻燃装饰织物考核标准 B₁ 级水平, 见表 3。

表 3 阻燃性能检测表

检测项目	计量单位	检测结果
燃烧长度	mm	102
燃烧时间	S	
阴燃时间		
熔熔特性		有滴落物, 不燃烧

(作者单位: 丹阳合纤厂)