

阻燃聚丙烯纤维

段菊兰

(上海石化股份公司合纤所,200540)

简要叙述了聚丙烯纤维的燃烧机理,阻燃剂的阻燃机理及选择,介绍阻燃聚丙烯纤维的研制及应用。

关键词: 阻燃 聚丙烯纤维 阻燃剂 阻燃机理

1 前言

随着各类民用和产业用纺织品消费量的迅速增加,由纺织品引起的火灾日趋增多,是造成伤亡人数最多的一类。这是由于合成纤维及其他纤维的易燃性所致,为了保障人民生命和财产安全,世界各国早在六十年代就纷纷对纺织品生产提出了阻燃要求。聚丙烯纤维由于其比重小,强度高,耐腐蚀等优点,近年来发展很快,尤其在装饰织物方面进展更快。聚丙烯纤维与大多数合成纤维一样,属于易燃材料,其极限氧指数(LOI)为17%,做装饰织物是不安全的,有些国家已对室内装饰用品和睡衣等立法禁止使用可燃织物,因此解决聚丙烯纤维的阻燃问题,对聚丙烯纤维的发展起着很大的作用,也是我们化纤行业中的一个重要课题。

2 聚丙烯纤维的燃烧机理

聚丙烯的分子结构以碳原子为主链,在氧化反应中,其叔碳原子极易分裂,故在空气存在下对热十分敏感,容易氧化产生自由基,并使分子链断裂。聚丙烯在25~100℃的低温下热氧化裂解速率很慢,而燃烧时,当其表面的温度在280~300℃或更高时,会产生强烈的氧化裂解,使分子量下降为初始分子量的1/3~1/4,并释放大量的燃烧热,燃烧所包含的过程为:预热——分解——着火——燃烧和蔓延。聚丙烯在氧化过程中,首先在

聚合链上生成氢过氧化物,并立刻生成HO·游离基,形成的HO·游离基能引发聚丙烯碳碳键断裂的连锁反应,通过氧化裂解的引发、增长、终止,从而使成纤高聚物热分解,这些热分解产物大多是可燃的,可燃性气体与空气中的氧气进行燃烧反应,实质上是H·、HO·、O·和CH₃·等游离基之间的化学反应。由燃烧产生的热能使之连续不断地产生可燃性气体。这些可燃性气体与氧气在混合,并扩散到已点燃的部分,进而使燃烧部分蔓延到可燃气体与氧气的混合区域中,如此不断循环,形成燃烧的扩大蔓延,直至全部烧光。

3 阻燃剂的阻燃机理及选择

3.1 阻燃剂的阻燃机理

阻燃剂是能够阻止材料引燃和抑制燃烧传播的一类物质。它的基本功能是干扰氧、热和可燃物三个维持燃烧的关键因素,通过以下过程实现阻燃:

1)阻燃剂分解产生不燃烧气体或高沸点液体覆盖在纤维织物表面,隔绝氧气和可燃物的相互扩散;

2)通过阻燃剂的吸热分解和升华作用,降低聚合物表面温度;

本文于2000-09-28收到。

作者简介:段菊兰,女,1974年1月生,2000年3月毕业于东华大学化学纤维专业,硕士,主要从事纺丝工艺研究,已发表论文7篇。

3) 阻燃剂产生大量不燃烧气体, 冲淡燃烧区的可燃性气体浓度与氧浓度;

4) 阻燃剂捕捉活性自由基, 中断链式氧化反应。

3.2 阻燃剂的选择

阻燃剂的种类很多, 最常用的阻燃剂是以元素周期表中的第三族、第五、六、七族等阻燃元素为基础的化合物, 此外还有镁、钡、锌、锡等化合物。但大多数有机阻燃剂是以磷、溴、氮为中心阻燃元素的化合物。

纺织工业用的阻燃剂需满足以下条件: 低毒、高效、持久, 能使纺织品达到法定阻燃标准; 发烟量小, 烟气毒性低; 稳定性好、熔点适中, 分散性佳, 能适合纤维的制造加工的要求; 对纤维或纺织品的主要服用性能无明显不良影响; 经济上合理。

然而, 要同时满足这些条件显然是很难的, 所以应根据聚合物的结构与产品用途, 利用协效作用、选择和设计复配型阻燃剂。目前研究的协效作用有:

1) 磷氮协效作用: 在氮原子存在下, 有利于磷系阻燃剂分解聚磷酸, 它形成的粘流层有绝热、隔离空气的效果; 含氮组分和磷酸结合, 在火焰中有吹胀作用, 可使纤维膨化形成炭焦; 氮与磷形成磷酸酰胺, 生成 PN 键, 抑制了易燃物的形成。

2) 磷卤协效作用: 磷在凝聚相抑制了裂解反应, 卤素在气相抑制了燃烧, 两者并用, 提高了阻燃效果;

3) 卤锑协效作用: 三卤化锑的生成是强烈的吸热反应; 且沸点高, 蒸汽比重大, 在气相中液态和固态的三氧化二锑微粒可降低燃烧温度, 抑制燃烧链反应。

大多数阻燃材料使用卤素阻燃剂, 但是, 以卤素阻燃剂为主的阻燃织物在生产和使用过程中对设备、人员和环境的影响已明显不适应客观需要。对于聚丙烯纤维的阻燃, 必须考虑: 无毒、高效、低熔点和较高分解点, 良好的相溶性。具体如下:

1) 首先要求所用的阻燃剂的热稳定性必须与 PP 相匹配, 聚丙烯纺丝中, 阻燃稳定不分解, 即阻燃剂的起始分解温度高于聚丙烯的加工和纺丝温度。

2) 对于加工过程中难于熔融的阻燃剂, 应具有较细的粒度, 一般要求平均粒径小于 $0.5 \mu\text{m}$, 大于 $1 \mu\text{m}$ 的粒子不超过 10%。

3) 阻燃剂在聚丙烯的熔体中, 要有良好的分散性和相容性, 以保护 PP 基料的物理特性。

4) 阻燃剂应基本无毒, 无味。

由于丙纶纺丝温度一般在 $260 \text{ }^\circ\text{C}$, 共混制得的阻燃 PP 中阻燃剂必须要经受这样的高温熔融不分解, 不升华, 其起始分解温度要大于 $260 \text{ }^\circ\text{C}$, 最好在 $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上, 并且要均匀地分散到聚丙烯熔体中, 对熔体的粘度和流动性无不良影响。

4 阻燃聚丙烯纤维的研制

目前, 阻燃纤维的制造技术大致有三种:

4.1 共聚法

共聚法是将含磷、卤素、硫等阻燃元素的化合物作为共聚单体(反应型阻燃剂)引入成纤高聚物的大分子链中, 然后再把这种阻燃成纤高聚物用熔融或湿法纺丝制成阻燃纤维, 由于阻燃剂结合在大分子链上, 因而阻燃效果持久。

4.2 共混法

共混法是将阻燃剂加入纺丝熔体中或浆液中纺制阻燃纤维的方法。此法工艺简单, 对纤维原有性能影响小, 阻燃效果的持久性与阻燃剂的性质有关, 对使用的阻燃剂也有所要求, 如粒度、与纺丝液的相溶性、稳定性等。在聚丙烯纤维的生产中, 常把阻燃剂、添加剂、载体混炼造粒制成阻燃母粒。

4.3 后处理法

后处理阻燃法是在纤维成形后或制成织物及染色中进行。通常采用浸轧焙烘法、喷雾法和涂敷法等, 使含有 C=C 双键或羟甲基之类的反应性基团或相似反应性基团的阻燃剂和纤维发生化学键合, 或吸附沉积, 或借助范德华力结合, 从而固着在纤维和纱线上, 获得阻燃效果的加工过程。

后处理法因其阻燃效果不耐久而较少被采用, 且它不适应于丙纶等非极性高聚物纤维的织物, 处理后的织物手感较硬, 气味较重, 强度下降耐性差。因而共混、共聚法是阻燃技术发展的主流, 且共混法生产的纤维能织成通用的织物风格, 手感好、性能高且具阻燃性能, 越来越受到人们的重视。目前国内外聚丙烯阻燃绝大多数采用共混法。

5 阻燃聚丙烯纤维的应用

阻燃聚丙烯纤维, 除了具备常规聚丙烯纤维

的优点之外,还具备难燃防火的功能,因而可用于各行业,使用价值极高,能够满足高层建筑物、宾馆、剧院、海上轮船、民用等各层次的防火要求。主要用于室内装饰物,如地毯、壁毯、沙发布、窗帘和床上用品等,在工业用途方面,可用于加工成阻燃性过滤布、滤油毡、绳索等。

参 考 文 献

- 1 郭永强. 多功能阻燃纤维发展方向. 广东化纤, 1993, (3): 31 ~ 35
- 2 陆书明, 葛宇光. 阻燃聚丙烯纤维的研制. 合成纤维, 1989, 18 (1): 8 ~ 13
- 3 王仲文. 阻燃丙稀纤维材料探讨及应用. 塑料通讯, 1996, 25 (5): 39 ~ 41
- 4 陈铁楼, 郭德凡. 聚丙烯纤维阻燃技术的开发及应用. 合成纤维工业, 1997, 20(6): 41 ~ 44
- 5 吴广峰, 张凤东. 阻燃纤维的研究及其产品开发. 济南纺织化纤科技, 1995(1): 26 ~ 27, 20
- 6 钟燕萍. 阻燃纤维. 广西工学院学报, 1997, 8(4): 73 ~ 77
- 7 毛志华, 吴云章. 阻燃丙纶母粒的研制. 塑料加工应用, 1999, 21(2): 11 ~ 18

Fire-retardant Polypropylene Fiber

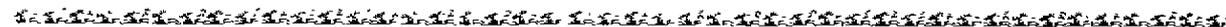
Duan Julan

(*Synthetic Fiber Research Institute of Shanghai Petrochemical Company Limited, 200540*)

ABSTRACT

The paper briefly describes the burning mechanism, fire-retardant mechanism and the selection of fire-retardant agent. The paper also introduces the development and applications of fire-retardant polypropylene fiber.

Keywords: fire-retardant, polypropylene fiber, fire-retardant agent, fire-retardant mechanism



(上接第 28 页)

c. 本课题研制的增白母料能显著提高丙纶的白度, 经测定性能稳定、用其生产增白纤维, 纤维性能良好, 因此可替代外购的增白母料用于增白丙纶的生产。

参 考 文 献

- 1 [德]R. 盖希特等编. 塑料添加剂手册. 北京: 中国石化出版社, 1992
- 2 扬新玮. 国外荧光增白剂发展情况. 化工进展, 1991, (4), 24 ~ 27
- 3 郭永强等. 荧光母料在丙纶生产中的应用. 合成纤维工业, 1998, (4): 5 ~ 7
- 4 邓如生等. 荧光增白丙纶异型长丝的生产技术. 合成纤维工业, 1993, (4): 7 ~ 10

The Development of Whitening Master-batch For Polypropylene Fiber

Wang Ronghe Zheng Hong Min Libua Wang Xueliang Chen Guokang

(*Research Institute of Plastic Division of Shanghai Petrochemical Company Limited*)

ABSTRACT

The paper briefly introduces the whitening principle of fluorescent whitening agent to Polypropylene fiber and the function of brightening agent. The paper discusses about the influence of base material, fluorescent whitening agent and brightening agent on the property of whitening master-batch. The result is: The fluorescent master-batch prepared by the composite fluorescent whitening agent and brightening agent can distinctly improve the degree of whiteness, the brightness of fiber and the shade of color.

Keywords: fluorescent whitening agent, master-batch, polypropylene, fiber