

5) 11-23

1998年第11期

产业用纺织品

— 19 —

新型热粘合丙纶短纤维的试制

虞彭德 张炳国

(上海石化股份有限公司实验厂, 上海, 200540)

摘要:在引进的生产线上开发生产了具有更高粘合性能、高柔软、高速纺的丙纶短纤维,并探讨了这种纤维的产品特性。

关键词:纤维, 热粘合, 性能

丙纶短纤维 短纤维

TQ342.62

近10年来我国非织造布工业有了飞速的发展,1996年我国非织造布产量已达18.5万t,相继从欧洲、中国台湾省等地引进的数百条生产线迅速提高了非织造布行业的设备和工艺技术水平,仅用于薄型非织造布生产的热轧法生产线就多达120余条。但我国非织造布的总体实力与国外相比,在设备性能、生产技术和产品档次、开发能力等方面均存在较大的差距。当今世界上非织造布的设备和生产技术,不断向宽幅、高效、高速及机电一体化方向发展,我国80年代以来引进的低速、窄幅、低效生产线和产品结构目前也正处于升级换代的时期。制约我国非织造布工业发展的重要瓶颈之一是我国非织造布生产专用化纤原料的发展大大滞后于非织造布工业的需求。虽然90年代以来我国上海石化公司、辽化公司、大连及兰州等地企业相继引进了几条非织造布专用丙纶短纤维生产线,但这些生产线仅仅满足国内现有非织造布的生产设备、技术及产品的需要,难以满足国内非织造布工业面临的升级换代的需要,为适应国内非织造布工业的发展趋势,上海石化公司从90年代中期开始在现有丙纶装置上开发研制了具有高速、高效的高粘合丙纶细旦短纤维。1997年又从国外引进了既能生产非织造布用的聚烯烃类复合纤维,又能生产具有更高粘合性能、高柔软、高速的新型热粘合丙纶短纤维的生产线,于1998年3月顺利投产,从而使我国非织造布的专用纤维生产,尤其是卫生用品的非织造布原料达到了国际水平。

1 基本原理

根据聚丙烯在高温下热稳定性的变化,通过有效控制聚丙烯在熔融、纺丝和冷却成形过程中结构形态的变化,利用聚丙烯熔体在高温和高剪切作用下,会发生部分热降解,低分子量物在挤出时会迁移至纤维表面,同时冷却吹风又使纤维表面发生有氧降解,使得成形后的纤维径向上存在较大的分子结构的差异和分子量的差异,即形成纤维表层具有低结晶度和低分子量的特性,内芯具有高结晶度和高分子量的特性。充分利用纤维表层低分子量的聚丙烯的低熔点和增塑作用,在非织造布铺网粘合时,能够在较低的加工温度下进行熔融粘结,而内层结构保存良好的特点,达到低温、高效粘合的要求,实现了非织造布高速、高效的生产目标。

2 试制条件

2.1 原料

国内外不同牌号的聚丙烯切片, MFI: 10 g/10 min ~ 35 g/10 min。

2.2 设备

短程纺生产装置: 9万孔大型喷丝板, 双螺槽突变结构螺杆挤压机, 大型内环吹冷却形式。

2.3 工艺流程

切片输送 → 螺杆挤压、熔融 → 纺丝熔体输送

→纺丝组件→吹风冷却→拉伸→卷曲→热定型→
切断→打包

2.4 主要工艺参数的设定范围

螺杆各区温度:200℃~340℃

纺丝系统温度:280℃~340℃

纺丝组件温度:280℃~340℃

环吹风温度:18℃~45℃

拉伸倍数:1.2倍~3倍

2.5 测试

2.5.1 纤维力学性能

用 XQ-1 型强伸仪、短纤维快速纤度测试仪 (XD-1 型), 分别测得强伸度和纤度。

2.5.2 纤维热性能

用 DSC-7 型功率补偿型差示扫描量热仪, 测得纤维的热性能数据。

3 结果和分析

3.1 原料的选用

由于聚丙烯制造工艺和使用的添加剂, 以及本身性能的差异, 不同的聚丙烯原料在高温和高剪切作用下的热稳定性是大不相同的。为了实现对纺丝过程中聚丙烯大分子降解的有效控制, 对国内外不同分子量和分子量分布, 以及不同添加剂的原料进行了多次对比调试, 其性能见表 1。

表 1 不同原料的纺丝性能和纤维质量对比

项 目	1#样	2#样	3#样	4#样	5#样
原料 MFI(g/10 min)	10.2	12.8	16.7	18.6	28
分子量分布	大	中	大	中	小
纺丝温度(℃)	300~340	300~330	300~320	280~310	270~310
耐高温性能	差	较好	好	好	好
纺丝状态	不稳定	不稳定	稳定	稳定	稳定
纤维初熔温度(℃)	139	134.5	128.2	138	134
强度(cN/dtex)	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6
伸长(%)	>300	>310	>310	290~310	280~310

通过调试和纤维的试纺, 选用具有较高的分子量和分子量分布较宽的 3#料作为起始原料。这是因为聚丙烯分子量越高, 对热降解的敏感性越强, 即分子量越高, 越易产生热降解; 原始原料的分子量分布越宽, 在相同的降解度下, 聚合物的粘度变化越大, 熔体在生产线上的微观结构变化大, 聚合物的这种变化过程是高粘合纤维表层结构的重要条件。在实际选用原料时还必须充分注意聚丙烯原料中添加剂的成分, 基本条件是不能影响聚合物的热稳定性, 否则由于高分子量和分子量分布宽的起始原料在纺丝过程中发生的降解得不到有效控制, 会引发熔体的毛细断裂, 产生大量的飘丝和断头, 直接影响纺丝, 严重时甚至无法生产。

3.2 纺丝温度的选择

由于聚丙烯原料原始性能的不同, 须有不同的纺丝温度范围, 低温端受到聚丙烯熔体内聚断裂限制, 高温端受到聚丙烯的热分解和毛细断裂限制。在高粘合丙纶短纤维生产中, 为了有效利用

和控制聚丙烯的热分解特性, 采用的纺丝温度远高于常规丙纶短纤维(见图 1)。纺丝各段温度的设定, 必须充分考虑有利于聚丙烯的分解。

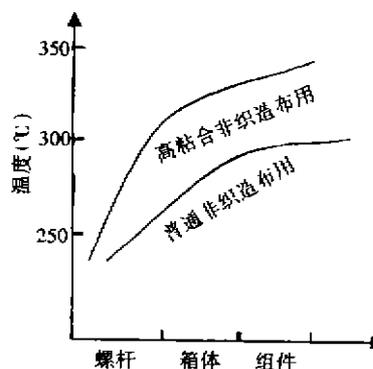
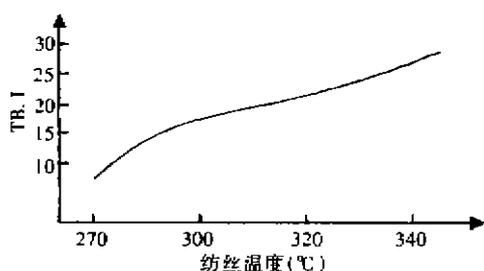


图 1 丙纶短纤维纺丝温度分布曲线

由图 1 可见, 高粘合纤维纺丝温度曲线选用局部突变形式, 这是因为熔体的局部过热和高剪切力有利于熔体发生降解, 从而在整个纺丝区域内形成一定的熔体粘度变化过程, 即分子量变化

过程。纺丝工艺温度的选定,还必须兼顾熔体在各区域内的停留时间,才能有效利用和控制聚丙烯的热降解,保证达到生产线上的熔体和纤维具有预定的熔体粘度和纤维结构形态。由于采用超高的纺丝温度,熔体降解较大,低分子物大量增加,会造成纺丝熔体细流的粘度和拉伸强度大幅下降,极易造成毛丝和疵点等不稳定因素,使熔体的可纺性变差。因此选择正确的纺丝温度曲线是保证熔体可纺性、形成高粘合纤维的皮芯结构的重要工艺控制手段和难点。国外有关资料报道,纺丝温度越高,其纤维粘合性能越好(见图2)。



$$TB.I = \sqrt{MD \times CD}$$

图2 纺丝温度对热粘合性能的影响

3.3 冷却风温的影响

对聚丙烯纤维成形,采用骤冷或缓冷条件直接决定了初生纤维的分子结晶结构的构成、初生纤维的加工性能和最终成品的物化性能。在不同的冷却风温条件下生产纤维,因其微观结构的变化不同,其出现熔融吸热的初始软化温度亦不同,一般随冷却风温的增加而逐渐降低,但当冷却风温增加到一定值以后,纤维的初始熔融温度反而会逐渐增加(见图3)。这主要是因为较低冷却风温下成形,丝条的固化速率提高,纺丝张力大,分子取向增加,诱导分子结构由不稳定的准晶结构向更为稳定的单斜晶体结构转化,因此纤维具有较完善的结构形态,但由于冷却时间短,结晶生长速度慢,晶粒相对较小,结晶度较低,使得纤维的初始熔融温度较高;反之,在超高的冷却风温条件下,由于丝条冷却速率过低,纺丝张力较小,分子取向较低,纤维取向度、结晶度相对较低,但由于丝条冷却慢,内外的结构趋于一致,并易于生成稳定的单斜晶体结构,使纤维初始熔融温度较高。

因此过高或过低的冷却速率,均不利于纤维形成特有的皮芯结构。在适宜的冷却风温条件下熔体细流的冷却固化时间较长,与大气接触时间较长,丝条表层的高温熔体,在热氧环境下,会引发分子降解,形成较多的低分子量物质。低分子量物质的存在,虽然提高了晶核的数量和成核速度,但由于熔体温度较高,使得表层分子的结晶生长速度较慢,所以结晶总速率较慢,从而在丝条表层形成低取向和低结晶的分子结构特征。丝条内层分子由于受热分解较少,分子量较高,同时所受纺丝张力较大,分子取向大,结晶速率较快,并且由于冷却较慢,形成了较稳定的单斜晶体结构,因而纤维内层形成高取向、高结晶的分子结构特征。同一丝条内、外层分子结构的差异,使得纤维外层具有较低的结晶软化温度。不同冷却条件生成的热粘合纤维的热性能也不相同,见表2。

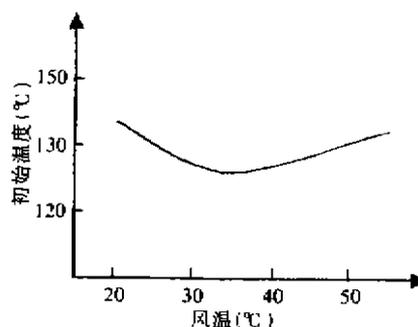


图3 冷却温度对纤维初始熔融温度的影响

表2 不同冷却成形的热粘合纤维的热性能

冷却温度 (°C)	熔融热 (J/g)	熔融峰温度 (°C)	初始熔融温度 (°C)
22	84.964	163.205	134.704
31	90.326	164.083	128.204
36	92.008	163.823	129.704
45	84.817	165.008	130.137

4 新型热粘合丙纶短纤维的产品特征

4.1 具有高热粘合指数(TB.I)

世界上对非织造布专用的热粘合纤维的性能通常采用热粘合指数(TB.I)来评定。TB.I是通

过测定一定的加工温度条件下,一定定量的纤网(常用 20 g/m^2)的纵向、横向强度,并采用纵、横向强度的乘积的平方根的值定义为热粘合指数。所以 TB. I 越高,说明该粘合纤维的热粘合性能

表 3 不同粘合丙纶短纤维的质量和粘合性能的比较

项 目	国外 1#	高粘合 普 通 纤 维 粘 合 纤 维	普 通 粘 合 纤 维
线密度(dtex)	2.2 ± 0.2	2.2 ± 0.1	2.2 ± 0.1
纤维 质量 强度(cN/dtex)	>2	>1.7	>1.8
伸长(%)	>250	>300	>300
渗水时间(s)	<5	<3	<3
纤 网 性 能			
MD 强度(N/5 cm)	60~70	50~65	35~50
CD 强度(N/5 cm)	8~10	6~9	4~6
TB. I	23~26	20~24	12~18

表 4 纤维的热性能和加工温度

样 品	熔融峰温度 ($^{\circ}\text{C}$)	初始熔融温度 ($^{\circ}\text{C}$)	熔 程 ($^{\circ}\text{C}$)	ΔH (J/g)	T_f ($^{\circ}\text{C}$)	加工温度区域 ($^{\circ}\text{C}$)
高粘合	164.083	128.024	35.879	90.326	156.184	27.98
普通 1#	163.025	134.704	28.501	84.964	156.577	21.873
普通 2#	167.707	139.604	28.103	88.65	158.142	18.538
试纺 1#	165.008	130.137	34.871	84.817	154.991	24.854
试纺 2#	165.789	132.527	33.252	87.734	156.705	24.168

注:普通 1#——常规热粘合丙纶;普通 2#——适合高速梳理的热粘合丙纶;

试纺 1#——国外试纺样品;试纺 2#——国内外资公司产品。

经对国内的不同厂家生产热粘纤维作 DSC 热谱分析,高粘合纤维具有初始熔融温度最低,熔程最大,熔融热最大的性能,说明该纤维结晶度最大,晶核尺寸分布较其他纤维宽,这与高粘合纤维截面的分子结构特征相吻合。高粘合热粘纤维的粘流温度(T_f)较低,但作为非织造布用的热粘纤维的加工温度范围,即纤维受热时初始熔融和发生粘流变化二者间的温度范围,较其他纤维为大。

4.3 具有更高的加工速度

表 5 不同纤维的热轧速度比较 (单位: m/min)

一般丙纶	普通高速丙纶	高粘合丙纶
<80	90~100	>100

注:受国内非织造布设备水平限制,生产线速度难以进一步提高。

高粘合纤维由于表层具有低分子量和低取向

越好,反之亦然。上海石化公司试制的新型热粘合丙纶短纤维的性能已接近国际水平,见表 3。

由表 3 可见,高粘合纤维较好地改善了普通热粘合纤维的粘结性能,纤网的横向强度有较大提高。

4.2 具有低而宽的热粘合加工温度

由于高粘合纤维截面存在着明显的分子量和分子结构的差异,在纤网热粘合加工过程中,纤维内外层呈现不同的热反应,即表层在较低的温度出现熔融现象,与其他纤维进行热粘合,而内层仍然保持纤维状态,赋予产品柔软、蓬松度和强度高的性能。由于内层物质具有更高分子量和稳定的分子结构,能承受更高的加工温度,因而比均一结构的普通热粘合丙纶具有更为宽阔的热粘合温度范围,见表 4。

的结构特征,在规定的加工温度下,表面纤维较易发生软化、变粘,甚至熔融,缩短了纤维的受热粘合时间,从而对提高生产速度和降低能量较为有利,见表 5。

5 结论

(1)高粘合纤维是一种径向存在结构性能明显差异的特种纤维,纤维表层具有低取向度和低分子量的特征,而内芯具有稳定的结晶、高取向、高分子量的特征。这种独特的结构分布,使其具有高热粘合指数,低加工温度和宽幅的加工温度范围,更高的加工速度,适应当前非织造布向高效、高速发展的趋势,是卫生用非织造布领域现有原料的升级换代产品。

(2)采用稍低熔融指数和分子量分布大的聚丙烯,并根据不同的原料,设定不同的加热温度来控制利用聚丙烯的降解性能,是生产高粘合纤维的技术关键,聚丙烯原料中的添加剂对高粘合纤维的形成和稳定生产是一个重要因素。

(3)纺丝温度和冷却工艺条件对高粘合纤维独特结构的形成有着显著影响,必须和原料的性能一起加以综合考虑。在生产中如何根据不同原料制订不同的工艺条件,来保持纤维皮芯结构的形成和生产的稳定性之间的平衡及发展,是高粘合纤维生产中一大难题。根据试纺的经验认为,选择的工艺温度宜高于普通丙纶,并以缓冷条件取代骤冷工艺成形条件。

(4)由于目前尚无有效测试方法和仪器对纤维内、外层结构和分子量进行定量测试,故很难对纤维截面的分层结构进行更为进一步的定量化的探讨分析。

参 考 文 献

- [1] 吴宏仁,赵华山. 聚丙烯纤维的科学和工艺. 北京: 纺织工业出版社,1987
- [2] 董纪震. 合成纤维生产工艺学. 北京: 纺织工业出版社,1996
- [3] 陈稀. 常用的几种低热粘结温度柔软型PP短纤维的剖析与研讨. 合成纤维工业,1998,21(2): 17

Trial Production of New PP Staple Fibers for Thermo-Bonding

Yu Pengde, Zhang Bingguo

Abstract: PP staple fibers with better bonding performance and more soft, high speed spinning are made on the line imported. The characteristics of this fiber are discussed as follows.

Keywords: fiber, thermo-bond, performance

(上接第33页)

About the Tendency of the Padding Cloths

Zhang Pengyuan

Abstract: One of the important features of the modern manufacture technology for the garment is using the new technology of the adhesive padding cloths. The padding cloths are ones of the 4th generation after cotton-ramie, starched and resin padding cloths. From the end of 70s to the beginning of 80s, the newly developed technology for the padding cloths is the method of direct setting, the stiff coating adhesive for collar and the direct fiber adhesion.

Keywords: padding cloth, newly technology, adhesive