

聚丙烯纤维母粒着色生产技术

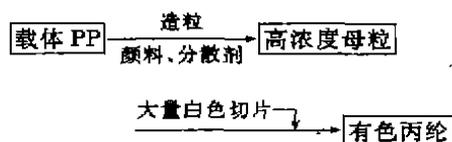
王 延 春

(辽阳石油化纤公司纤维二厂, 辽宁, 111003)

概述了聚丙烯母粒色纺的生产技术, 提出了色母粒制备的质量要求: 颜料粒径 $\leq 1.0 \mu\text{m}$, 细旦丝颜料粒径 $\leq 0.5 \mu\text{m}$; 压力过滤值 $\leq 0.15 \text{MPa} \cdot \text{cm}^2/\text{g}$; 色母粒热稳定性 $280 \sim 300^\circ\text{C}$ 。色母粒的加入对纺丝工艺与产品质量指标有影响, 喷丝板换板周期色纺丝约为本色纺的一半, 纤维强力约降低 10%。依据有关配色定律可优化配方工艺, 降低成本, 增加效益。

关键词: 聚丙烯纤维 母粒着色 颜料 生产技术

母粒着色也称原液着色, 即用少量含高浓度颜料(20%~50%)的树脂(母粒)和普通纺丝用树脂混合, 然后进行熔融纺丝制取有色纤维。由于聚丙烯具有紧密的超分子结构, 分子上没有极性基团, 对一般染料无亲和性, 既没有使染料进入纤维的引力, 也没有使染料长久保持在纤维内部的固着力^[1]。因而辽阳石油化纤公司纤维二厂 3 套长丝、2 套短纤的丙纶生产装置同国内外绝大部分丙纶色丝厂一样, 均采用母粒着色工艺路线, 即:



1 丙纶色母粒制备中的质量要求

色母粒主要由颜料、高聚物载体和分散剂等组成。其加工过程包括颜料的研磨、物料及各种添加剂的充分混炼、造粒三个步骤。在基本色谱选定之后, 将颜料、载体及其他添加剂放入捏和机加热混炼, 使颜料高度分散, 然后挤片冷却粉碎, 用螺杆挤出机制条切粒, 得到符合质量要求的聚丙烯色母粒。该过程对主要原料的质量有严格要求。

1.1 颜料

选用的颜料包括无机和有机颜料两大类。常用的无机颜料有钛白(TiO_2)、锌白(ZnO)、碳黑等, 广泛使用的有机颜料有酞菁、偶氮、还原等系列颜料。丙纶着色用颜料在多方面性能上有严格的质量要求, 几项主要指标要求见表 1。

表 1 母粒着色用颜料要求

项 目	指 标
耐热温度/ $^\circ\text{C}$	280~300
耐光牢度/级	6~8
颜料粒径/ μm	< 1 (粗旦用)
	< 0.5 (细旦用)
着色力, %	> 90
压力过滤值/ $\text{MPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	< 0.2 (粗旦用)
	< 0.15 (细旦用)

1.2 高聚物载体

应选用一些和聚丙烯有良好相混性和浸湿能力, 并对颜料具有抗絮凝性(颜料经研磨达到一定细度要求, 在纺丝中又重聚的现象称絮凝)和良好分散性的高聚物, 如分子量为 $1.5 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$ 的聚乙烯或 $MI = 20\text{g}/10\text{min}$ 的聚丙烯熔点一般比纺丝树脂低。

收稿日期: 1993-01-28

1.3 分散剂

选择对颜料有抗絮凝性并可改善聚合物熔融流动性能、提高可纺性的低分子聚烯烃或单体、阳离子或阴离子表面活性剂做分散介质,如低分子聚乙烯蜡、杂环叔胺、十二烷基磺酸钠、液体石蜡等。

2 有色纤维的配色工艺及色母粒注入方式

2.1 配色

可生产的有色纤维种类大致分为红、橙、黄、绿、紫、黑、灰、白等色。但颜色之间并非孤立存在,有着一定的内在联系。根据补色律,每种颜色与其补色的比例混合就会产生饱和色的白色或灰色,以及近似比例大的非饱和色。根据中间色律,任何两个非补色相混,又可产生所谓复色的中间色,色调决定于两颜色的相对数量,其饱和度决定于二者在色调上的顺序。根据代替律,如果颜色 A=颜色 B,颜色 C=颜色 D,那么颜色 A+颜色 C=颜色 B+颜色 D;或若 A+B=C,若无 B,而 B=X+Y,则 A+(X+Y)=C。

为满足人们所要求的相同或相似颜色,就可依据以上定律^[2,3],用配色方法,即颜色混合方式产生或代替需要的各种颜色。目前应用电子计算机系统可评价出一个待测样品和标准色(所需求的颜色)之间的接近程度,从而为科学配色提供较佳的颜色配方。由此,在允许的色差值 ΔE (色度空间值之差)内,可选用一些较便宜的颜料,以降低成本。辽化纤维二厂通过反复试验和多年生产实践,掌握了一套配色技术,已开发用户所需颜色数百种,形成了稳定适用的生产系列,并通过配色技术降低了生产成本(见表2)。

2.2 色母粒混入方式

在色丝颜色配方确定之后,将色母粒在纺前均匀分散在聚丙烯切片中,也是保证产品质量的关键。目前国内引进的设备大都装

表2 配方改进前后成本状况

原颜色	色母粒成本/元·(t 丝) ⁻¹		降低成本 %
	改进前	改进后	
某红丝	A	1890	717
	B	73.6	2021.6
	C	49.6	32.6
	D	8.4	8.4
某绿丝	A		
	B	1583	948.6
	C		

注:表中价格,按1987、1988年实际价格计算。

有比较先进的色母粒注入装置,工艺大致分为5种(见表3)。辽化纤维二厂有其中两种形式,效果是令人满意的^[4]。

表3 色母粒计量装置

工艺方法	典型厂家
1. 变量法计量和 Y 型混合器间隔配色	美国 Hercules 公司
2. 体积式计量和混合配色一步法	德国 Colotronic 公司
3. 辅助小螺杆熔融计量注入	意大利 Scam 公司 意大利 Plantex 公司 德国 Barmag 公司
4. 变量法小螺杆固体连续计量和混合配色一步法	意大利 Moderne 公司
5. 重量法连续计量和配色(三度士)	瑞士 Sandoz 子公司

3 色母粒对纺丝组件使用周期的影响

由于各种色母粒与成纤聚丙烯不相容,其中小部分颗粒较大,易堵塞过滤网孔或残留在初生纤维之中,从而影响纺丝加工性能(喷丝板换板周期)。它关系到生产成本,是生产总效率的综合反映。

几种主要颜色经二次造粒(浓度15%~20%)后,在丙纶 BCF 装置(喷丝孔截面为 Y 形、矩型纺丝组件)的应用情况见表4。

在原料切片、过滤介质、密封精度、产品品种基本不变和色母粒分散剂、载体等基本相同的条件下,影响喷丝板换板周期的主要因素便是着色剂含量和色质的优劣,其对可

表4 喷丝组件换板时间

色别	$MI/g \cdot (10min)^{-1}$		色母粒加入量, %	使用时间/天
	色母粒	PP		
红12		24.4	6	2.4
红13		16.4	6	2.3
红16	16.3	18.3	5	3.8
红20	27.5	20	6	2.1
绿02	22.4	15.4	10	2.8
绿10		24.4	3	5
绿13	22.4	17.1	5	3.41
绿21	27.1	19.5	3	4.5
棕01	22.8	24	2.5	4.8
棕03	34.6	24.4	1.5	5.7
棕06		17.1	2	5.8
棕22	20.5	20	3	4.4
白		18.3		7.3

纺加工性的影响有:①熔体的流变性质;②成纤结晶性;③过滤性。前两者主要是由于着色剂化学性质的影响,后者主要由于物理状态(着色剂的粒径和颗粒表面处理状况)的影响,这是色母粒制造及二次造粒加工技术的核心。从表4可看出:①同一色母粒加入量不同,换板周期不同,基本是加入量大,换板周期短,反之亦然;②红、绿、棕三种色母粒除考虑加入量不同外,基本是按红、绿、棕颜色顺序换板周期由短至长,原因是有机颜料绿、棕比无机红颜料粒径略小,分散性好,压力过滤值红色常常高于绿、棕色;③有色纺换板周期约比本色纺短一半。

4 色母粒对生产工艺和产品质量指标的影响

丙纶色纺中色母粒是多种颜料与载体的复合拼色,低分子颜料在纤维中呈非溶解的结晶状态,其机械性能、力学性能与本体高聚物完全不同,对纺丝工艺及产品质量均有所影响。但通过技术研究和生产探索,可生产出合格产品。

4.1 对纺丝工艺的影响

着色聚丙烯熔体是一种两相体,不熔的着色剂起阻流作用,使熔体粘度变大,流变性

差。而有的颜料分散剂又可起着类似分子链调节剂作用,使熔体粘度下降,因而在纺丝过程中,纺丝温度升降不一。总体上比本色纺温度略低。

无机颜料、有机颜料或二者复合颜料分别添加在高聚物里都呈非溶解的结晶状态,并在大分子中呈嵌段排列。颜料颗粒在结晶过程中可起晶核作用,增大结晶度,拉伸屈服应力上升,初生纤维发脆,不利于后加工。这种情况随加入量增大而严重,因而纺制深色纤维较为困难。

分别以聚乙烯蜡和聚丙烯蜡为载体的色母粒,由于分子量($2 \times 10^4 \sim 3 \times 10^4$ 和 $12 \times 10^4 \sim 18 \times 10^4$)相差大,熔点不同,二者的影响不同。以聚乙烯蜡为载体的色母粒与聚丙烯共混熔融纺丝的互溶性、流变性及工艺温度控制不如以聚丙烯蜡为载体的好,因其与高聚物分子量相差大,强伸指标变化大,但颜料在聚乙烯载体下色泽鲜艳,亮度好。

4.2 对产品质量的影响

表5列出了在意大利 Moderne 设备上生产的细旦有色短纤维质量指标。

从表5中看出,工艺条件基本不变,有(深)色纤维较本(浅)色纤维强度低、伸长大,是由于颜料粒子存在于纤维截面中,松散了各结构单元的联系,破坏了纤维的强力,一般地说相同规格纤维色丝强度比本色丝要低10%左右。

色差是产品质量的一项重要指标^[5]。色差分丝筒自身色差、丝筒间表面色差(不同位号、机号、批号)和拼色色差。造成色差的主要原因有:主要原料物性、工艺波动以及人为因素。色母粒的粒度着色力在物料中的分散、均化状况,均会对色差产生影响。工艺上除温度过高会造成颜料发色基的流失外,纺丝过程的温差,熔体在挤压机内的停留时间、开位、丝条冷却方式、纺丝张力、拉伸速度、热定型条件均会导致最终纤维结构的变化,使折光

表5 细旦色丝产品质量情况

项 目	2. 2dtex						1. 7dtex		
	红53	绿44	兰18	棕44	紫05	黑05	桔黄	浅绿	本色
断裂强度/cN·tex ⁻¹	38.8	41.8	43.7	46.0	43.1	42.7	48.5	40.5	53.4
断裂伸长,%	50.3	61.8	49.5	54.3	53.1	69.5	56.5	60.2	60
疵点/mg·(100g) ⁻¹	4.18	5.39	5.29	0	6.39	9.7	0	0	0
卷曲数/个·cm ⁻¹	8.4	8.7	7.6	5.9	7.9	7.2	10.2	9.4	7.6
比电阻/10 ⁹ Ω·cm	3	14	74	3.5	17.6	220	2.88	3.68	10.8
含油率,%	1.43	1.16	1.01	1.0	1.06	1.3	1.35	0.89	1.17

效果差异增加而产生色差。由于辽化纤维二厂95%以上产品为色丝,非常关注色差质量。在生产中严格控制和稳定生产工艺,保障切片和色母粒的稳定供应条件,产品采用外观检验和分析仪器检验双重把关,将 ΔE 严格控制在2以内。

5 结论

a. 丙纶色纺是一种技术成熟、经济合理、操作简便的生产技术,本企业应用近10年,效益显著。

b. 在制备色母粒过程中,对颜料、载体和分散剂等主要原料及制成品有着严格的质量要求,纺丝级色母粒质量应符合表1要求。

c. 色纺丙纶的配色可根据颜色学的补色律、代替律,利用基础原色进行优选,通过优化配方可降低生产成本。

d. 喷丝板换板周期因色母粒的加入受到影响,不同颜料及颜料含量影响不同。色纺约比本色纺周期短一半。

e. 由于色母粒的介入影响了纺丝工艺及纤维结构,使产品有强力降低、伸长增大,并易使色丝成品产生色差,必须严格加以控制和检验。

参 考 文 献

- 1 孙友德,吴立峰.《丙纶》.广州:广东科技出版社,1987. 206~215
- 2 徐行,潘忠斌.《颜色测量在纺织工业中的应用》.北京:纺织工业出版社,1988. 16~30
- 3 朱贻良,吴申年.《颜料工艺学》.北京:化学工业出版社,1989. 8~20
- 4 王延春,孙立,蔡致中.《合成纤维工业》,1991,(4):1~8
- 5 孙友德,吴立峰.《合成纤维工业》,1984,(5):59~61

THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF PP MATERNAL COLOUR SPINNING

Wang Yanchun

(Liaoyang Petroleum and Chemical fiber Co.)

ABSTRACT

The production technology of PP maternal colour spinning were summarized and the quality requirements on maternal preparation were suggested: pigment size: 1.0 μ m; pigment size used in fine denier fiber: 0.5 μ m; filtering pressure value: 0.15MPa·cm²/g; heat stability of masterbatch: 280~300℃. It points out: the addition of masterbatch will influences spinning process and quality of fiber. The spinneret replacement time of colour spinning will be half of that of noncolour spinning. The fiber strength of colour spinning decreased by 10%.

Key Words: PP fiber; maternal colouring; pigment; production technology