

经验交流

A二反

丙纶母粒着色纺丝工艺的浅析

张玉庆 程建伟[✓] 陈晓刚

(丹阳合成纤维厂, 212300)

TQ342.62

A 就丙纶母粒着色纺丝过程中, 色母粒加量与工艺条件的控制对丙纶纤维色泽及产品质量影响进行了浅析。

关键词: 丙纶 母粒着色 纺丝工艺 聚丙烯纤维

丙纶母粒着色纺丝即聚丙烯切片与色母粒以一定比例混合均匀加入螺杆挤压机中纺丝, 或分别从两支螺杆熔融后进入混合器进行纺丝, 直接制得有色纤维。用此种方法生产的有色纤维具有颜色鲜艳、光泽柔和、不退色、无污染等。但由于加热过程较长、纺丝温度高, 而易引起热降解, 使色母粒中的部分颜料产生分解, 影响纤维的着色效果, 甚至产生变色等。对此, 丹阳合纤厂采用 VD404 纺丝机及 LVD514 牵伸联合机对丙纶母粒着色纺丝工艺进行了一些试验。

1 色母粒对丙纶纺丝的影响

聚丙烯切片的分子量一般都在 15~25 万之间, 在丙纶纺丝过程中, 熔体的粘度较高, 流动性能差, 在丙纶母粒着色纺丝时加入 1%~3% 的色母粒后, 改变了聚丙烯熔体的流动性能, 使聚丙烯的可纺性、可牵伸性等与未加色母粒时的纺丝有所不同(见表 1)。

由表 1 可见, 纺制黄色纤维时, 其各加热区温度要比未加色母粒纺丝的熔体温度低 30℃ 左右, 这说明偶氮系黄颜料与聚丙烯树脂的相溶性较好。相溶后的粘度和流动性能

都优于未加色母粒的聚丙烯熔体, 因此在纺丝时温度可以低一些。

表 1 加入不同色种的色母粒和未加色母粒纺丝的温度比较

	未加色母粒	黄 HS20S-2R II	红	靛青	兰	靛青绿	紫 RL	藏青	黑
一区	280	265	275	270	266	275	275	285	285
二区	285	268	280	278	268	285	285	290	290
三区	295	272	285	288	274	295	295	300	300
四区	295	272	285	288	274	295	295	300	300
五区	295	272	285	288	274	295	295	300	300
六区	295	272	285	288	274	295	295	300	300
七区	290	270	280	280	270	290	285	290	290
八区	285	270	275	280	270	285	285	290	290
熔体	285	255	275	270	270	285	285	290	290
联苯	280	238	273	260	260	280	282	285	285
牵伸倍数	3.2	2.8	3	3.2	3.2	3.2	2.5	2.3	2.3

当加入黑色母粒纺丝时, 熔体温度要比未加色母粒的高 5℃ 左右。这说明黑色母粒与聚丙烯的相溶性差, 粘度增大, 熔体的流动性能变差, 因此只有通过提高纺丝温度来降低熔体粘度, 改善其熔体的流变性能, 使颜色粒子能比较均匀地分散在熔体中, 才能保证生产出合格的有色纤维, 如果不提高熔体温

度,则熔体的粘流性、可纺性、可牵伸性变差,断头率增加,缠辊现象严重,纤维的不匀率增加。

由表 1 可看出,加入酞青兰色母粒后,熔体温度稍低于未加色母粒的熔体温度,这说明酞青类色母粒和聚丙烯树脂的相溶性较好,能够降低熔体的粘度,提高熔体的流动性能,使可纺性能得到改善。

综上所述,聚丙烯添加色母粒纺丝时,加入不同原料结构组成的母粒对纺丝流动性能的影响很大。偶氮系、酞青类等颜料的母粒能改善聚丙烯熔体的流动性能,并降低纺丝温度。黑色颜料的母粒使聚丙烯熔体的流动性能变差,可提高纺丝温度来改善熔体的流动性能,我们在生产实践中,聚丙烯纺丝或进行母粒着色纺丝时,通常都加入分子量调节剂(DTBP 降温母粒)3%左右,使螺杆各区的纺丝温度降低 40~60℃左右,熔体温度尽可能控制在 255~280℃之间,这样的生产效果比较好。

2 色母粒对纤维结晶度的影响

表 2 为不同有色纤维结晶度的比较。

表 2 不同有色纤维结晶度的比较

纤维形态	本色	黄	红	兰	绿	紫	黑
卷绕丝	25	24	33	53	59	30	26
牵伸丝 (未经定型)	18	16	23	29	32	19	23

由表 2 可以看出,有色纤维的结晶度除黄色纤维外,其它颜色的纤维几乎都高于无色纤维的结晶度,卷绕丝的结晶度大于牵伸丝的结晶度,而在有色纤维中又以酞青兰和酞青绿的结晶度最高,主要因为母粒着色纺丝时,着色剂的加入有利于晶核的形成,使有色纤维的结晶度均高于无色纤维的结晶度。牵伸后的纤维未经热处理时,原来的结晶体系遭到破坏,分子取向度增加,由于受时间和

牵伸环境温度的制约,来不及形成比原来更高的结晶,所以牵伸后的纤维结晶度总是低于卷绕丝结晶度。经热定型后的纤维结晶度一般可以提高 60%以上。

3 纺丝温度对有色纤维的影响

各种不同的色母粒对温度的承受能力不同。其中黄和红等色母粒的耐温一般在 28℃以下,而酞青兰、酞青绿可达 290℃,碳黑母粒可达 300℃。

纺丝温度是决定熔体流变性能和熔体粘度的主要工艺参数,而熔体流变性能的好坏和熔体粘度大小,又直接关系到纤维的质量、牵伸性能和各项物理机械指标,同时影响到纤维的色泽。相同的色母粒在不同的纺丝温度下颜色有明显的差别(见表 3)。

表 3 色母粒的颜色与温度的关系

纺丝温度 (℃)	颜料比例			最终颜色
	黑	红	黄	
240	1	1	1	棕
260	1	1	1.5	黄棕
280	1	1	2	黄棕
290	1	1	1.2	红棕
300	1	1	1.5	红棕
310	1	1	0	纯红棕

由表 3 可知,当黄色在超过其 280℃的承受温度时,开始由原来的黄棕色向红棕色转化;当温度高达 300℃时,色母粒中的黄色基本分解,纤维呈红棕,由于分解的黄颜料分子没有全部挥发出来,而在大气中逐步散发,形成了纤维变色,而且纤维棉毛内层颜色与表层颜色有差异,这是许多丙纶生产厂遇到的问题,地毯生产中尤为突出。为解决此类部分色母粒变色问题,可采用几项措施:①色母粒和聚丙烯不在同一根螺杆中加热,而是将色母粒在另一根小螺杆加热,则可以减少加热时间、降低加热温度,再通过混合器与聚丙烯

烯熔体均匀混合纺丝。例如：丹阳合纤厂从德国巴马格公司引进的 FEI 型丙纶短程纺设备就有这样的装置；②在纺丝过程中加入适量的 DTBP 降温母粒，使纺丝温度和熔体温度均控制在 280℃ 以下；③在进行母粒着色纺丝时可采用分子量在 16 万以下，熔融指数 15g/10min 以上的聚丙烯进行纺丝。

4 有色纤维冷却成形条件影响

熔体自喷丝板进入纺丝室后，在空气介质中经辐射、传导、对流等形式散发热量，并逐步冷却凝固成形。当吹风的空气介质、温度、湿度、气流等波动变化异常时，纤维成形处于非稳定状态中，则影响纺丝线的温度梯度、速度梯度、直径梯度的稳定，纤维成形的固化点位置不稳定，造成初生纤维长链分子的取向度、结晶度、纤维皮层与内心结构的差异，并影响纤维外形形态结构，出现不规整或异形状态。这种不稳定的因素易造成断头率增加、竹节丝并丝严重、伸长及强力不匀率升高等。因此必须严格控制吹风的温度、湿度、风速、风压和吹风位置，并且根据季节变化加以适当调整来保证初生纤维冷却成形条件。

等规聚丙烯在常温下主要有两种结构存在，即结晶结构为较不稳定拟六方结晶变体和热力学稳定的单斜晶体。因此，初生纤维不仅要有合适的结晶度和取向度，而且需具有利于后牵伸工序的晶体结构，根据国外资料报道以及 X 光射线的研究，熔体细流迅速冷却可得到拟六方晶体结构；反之，熔体细流缓慢冷却则得到高结晶度的单斜晶结构，这种结构规整的分子结构产生大量分子间的键，变形阻力大、性脆，导致牵伸阻力增大，因此

不利于牵伸的顺利进行。

总之，控制好吹风，保证初生纤维的成形条件，对提高纤维的牵伸性和保证纤维内在质量的提高至关重要。

5 牵伸工艺的影响

决定聚丙烯纤维的牵伸过程以及随之而引起的形态变化最重要的因素，是初生纤维结构方式（包括单斜、球晶和近晶结构）。如果在未牵伸纤维中存在准晶结构，其在 70℃ 以上就有可能转变成热力学上更加稳定的单斜结构，用于牵伸的五辊机或七辊机采用加热辊牵伸，150℃ 左右准晶结构也转变为单斜结构。

当纤维被牵伸时，首先球晶被拉成椭圆形，当球晶在牵伸应力下发生形变时，球晶内部结构进行重排，以缓和所受应力，重排包括片晶聚集体的剪切、滑移和转动、相变和扭曲以及单个片晶内分子链的倾斜和滑动。然而在整个过程中，个别的球晶、某个片晶聚集体、单个片晶可能被完整地保留，这种球晶的形变（或者晶区和非晶的重新组织）过程，随牵伸的增加而变化，直至球晶承受最大力而停止牵伸。对于母粒着色纺丝的有色初生纤维来说，其结晶度高于未加着色剂的初生纤维，牵伸过程中所承受的最大力小于未加着色剂的初生纤维。因此，有色纤维的初生纤维牵伸倍数均小于未加着色剂的初生纤维。

6 参考文献

- 1 北京化工学院著，丙纶工艺原理
- 2 吴宏仁，赵华山等译，聚丙烯纤维的科学工艺

STUDY ON THE SPINNING TECHNOLOGY OF PP MASTERBATCH COLOURATION

Zhang Yuqing, Cheng Jianwei, Chen Xiaogang

(Danyang Synthetic Fibre Factory)

ABSTRACT

This paper analysed the effect of colour masterbatch percentage applied and control of process condition on the colour of PP fibre and product quality in the process of PP spinning.

Keywords: PP; masterbatch colouration; spinning technology

把握高新技术脉动,跃入 21 世纪时空 请您继续拥有《特种合成纤维应用(简报)》

本刊创办于 1976 年,为内部交流科技资料,现由全国特种合成纤维信息中心和富阳特种纤维应用研究所主办,富阳特种纤维应用研究所编辑、印发。

本刊为 16 开本,月刊,每期 16 页,主要设有“国外动态”、“国内简讯”、“译文选刊”、“专业文摘”、“资料新库”、“著述题录”等栏目,以最快速度反映高科技纤维研究、发展的趋势动态,展示高科技纤维应用、开发的产业领域,传递高科技纤维材料、技术的专业信息。

本刊一直来为国家有关领导部门、科技管理机构、科研院校和高新产业单位必备之参考资料,并为各省、市科技情报信息机构和图书馆、室交流、收藏用。

现 95 年度征订已开始,希各新老订户抓紧与富阳特种纤维应用研究所直接联系订刊事宜。

富阳特种纤维应用研究所

《特种合成纤维应用(简报)》编辑部

地址:浙江富阳市回春路口

邮编:311400

电话:(0571)33113030

《合成纤维工业》杂志简介

《合成纤维工业》是国家科委批准发行的合纤专业性科技杂志,由中国石油化工有限公司合成纤维科技情报中心站与岳阳石油化工总厂研究院主办,1978 年创刊,双月刊,16 开本,共 72 页,国内外公开发行。国内邮发代号 42-21,国外代号 TA42021BM。

《合成纤维工业》主要报道,合成纤维(涤纶、锦纶、腈纶、维纶和丙纶)和特种合成纤维及其原料、单体、聚合纺丝、纤维油剂、纤维加工应用方面的新品种、新工艺、新设备、新材料研究开发的科研成果,生产中的挖潜、改造以及助剂方面的技术成果。并刊登合成纤维(包括单体)产品介绍,各类合纤设备、仪器仪表及原材料助剂,科技成果转让,技术服务,科技书刊征订等广告。

《合成纤维工业》在 1992 年由国家科委、中宣部、新闻出版署组织的首届全国科技期刊评比中荣获优秀期刊奖,是国内化纤专业期刊唯一获奖者。本刊已正式被美国化学文摘社作为刊源收集,其文章被 CA 摘录。

《合成纤维工业》读者对象主要为合纤生产、科研、设计及管理部的专家、技术人员及经营界人士。

《合成纤维工业》欢迎各单位合成纤维专家、工程技术人员、管理人员踊跃投稿;为适应我国合成纤维工业发展的需要,促进产供销见面和科技成果转让,本刊竭诚为各单位服务,欢迎各企业、事业单位及科研、设计部门和高等院校广为利用。

编辑部地址:中国湖南岳阳市北区岳阳石油化工总厂研究院

邮编:414014 电话:(0730)412342 传真:(0730)411267

国外发行:中国图书进出口总公司,北京,100020