

差别化纤维丛书

合成纤维着色技术

吴立峰 等 编著

中国石化出版社

差别化纤维丛书

合成纤维着色技术

吴立峰 等编著

中 国 石 化 出 版 社

内 容 介 绍

本书介绍差别化纤维之着色纤维。书中比较详细地阐述了着色纤维的主要方法、生产着色纤维的原理、生产工艺、生产设备以及着色纤维的各种应用。

本书可供从事化学纤维生产和研究的工程技术人员、科研人员及大专院校师生阅读参考。

差别化纤维丛书 合成纤维着色技术 吴立峰 等编著

*

中国石化出版社出版发行
(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码: 100029)
京华排版厂排版
北京通县曙光印刷厂印刷
新华书店北京发行所经销

*

167×1092毫米 32开本 5.5印张 117千字 印1—1000
1996年1月北京第1版 1996年1月北京第1次印刷
ISBN 7-80043-586-5 TS·004 定价: 6.50元

序 言

合成纤维自 20 世纪 10 年代工业化以来,发展甚为迅速,1991 年世界化纤产量已达 1930 万吨,其中合成纤维为 1622 万吨,已占世界纤维材料总量 40% 以上。我国化纤产量已超过 200 万吨,占纤维材料总量 11%。预计到 2000 年我国化纤产量将占纤维材料总量的 40% 以上。化学纤维的迅速发展,不单从产量上弥补天然纤维的不足,而且有的化学纤维具有天然纤维不可替代的优良性能,然而化学纤维也有某些缺陷。随着社会的发展、消费水平的提高,对化学纤维要求具有多种多样的性能。为此,近几十年,尤其 70 年代以来,在世界范围内开展了大量的、有效的工作,以改进化学纤维的性能,提高纤维的质量,改进化纤生产工艺技术,扩大纤维产品的用途,并开发了具有新功能、高附加价值的新产品,以满足市场需要。

“差别化纤维”(differential fibre)一词是来自日本的外来语,实际上,它不是一个有严密定义的词,国内化纤行业中泛指不同于一般常规品种的化学纤维,泛指对常规化纤品种进行技术改造而创造出具有某一特性的化学纤维。差别化纤维概念上与一般特种纤维(或功能纤维)亦有区别。前者以改进服用性能为主,基本上用于服装和装饰织物,而后者则突出有耐高温、高强、高模量、耐腐蚀及渗透等特殊性能,基本上用于产业及尖端科学技术领域。

差别化纤维通常采用化学或物理改性方法，其主要目的：一方面是为了改进不如天然纤维的某些性能，另一方面又要进一步发挥和改善化学纤维某些性能，以制得能满足各种需要的纤维。

差别化纤维的范畴较广，在聚合、纺丝成形及后加工等各生产步骤中均可进行。例如共聚型、共混、复合、异形、有色、易染、异色、高吸湿、防水、高收缩、易收缩、抗静电、抗起毛起球、防菌、防腐、防霉、耐燃、各种变形、仿丝、仿毛、仿麻、细特、超细特、特粗特等，产品日新月异。据统计，国际上差别化纤维已占化纤产量的30%以上，我国仅10%。我国有关领导部门以大力发展差别化纤维作为重要方针，预期差别化纤维在我国化纤产量中的比例将会逐步地、较大幅度地增长。

有关差别化纤维国内外尚无有系统的、完整的专业著作。为了配合我国差别化纤维较快较好地发展，并满足教学、科研、生产、管理、应用等各方面需要，中国石化出版社在国内有关教授和专家们的支持下，组织编写了一套《差别化纤维丛书》。这套丛书以实用生产技术和产品应用开发技术为主，结合对实际有明显指导意义的理论，理论联系实际，以适应广大读者的需要，融知识型、技术型为一体。希望能起到指导和参考作用。

这套丛书以我国的主要化纤品种为基础，以面广、量大、技术较成熟的差别化纤维生产和加工的重要技术为重点，分期分批组织编写，陆续出版。由于经验不足，错误疏漏之处，恳请读者指正。

乐嗣传

前 言

涤纶自 1953 年实现工业化生产以来，由于它具有强度高、回弹性好、耐热性优良、织物洗可穿等一系列优点，成为一种比较理想的纺织纤维。丙纶自 70 年代后期发展迅速，其原料来源丰富、价廉，有良好的化学稳定性和机械性能，是很好的地毯、装饰织物材料。但是，这两种纤维的染色性较差，人们研究了各种方法改善其染色性，大致有以下三种：

- (1) 纺前着色 色母粒、色粉法；
- (2) 共混改性法；
- (3) 其他方法。

纺前着色法简单，减少了环境污染，省掉了印染设备和多道加热工序，降低了生产成本，同时染色均匀度不受纤维结构差异的影响。共混改性法是将能够接受染料的共混组分于纺前混合到聚合物熔体中去，是制造可染型纤维的方法。这种方法使染料接受体在纤维内均匀分布，在宏观上达到整体染色的效果。共混改性法在技术上比共聚、接枝聚合要容易得多，且经济上也更可行，对纤维的物理机械性能的影响也较小。

综上所述，纺前着色和可染纤维各有其优缺点，目前国内已有几个生产色母粒的大型工厂，基本上满足了国内的需要，将各自在其适宜的范围内发展。对纺前着色和可染纤维的研究工作也将进一步完善，可生产出更多色彩缤纷的有色

纤维。

本书由笔者在多年从事研究工作的基础上，结合国内外文献资料编写。第一章由吴立峰编写，第二章由唐觉敏编写，第三章由白桂捷、付中玉编写。全书由吴立峰统稿。本书承蒙乐嗣传先生审阅，深表感谢。

由于作者水平有限，书中难免出现不妥之处，恳请广大读者批评指正。

吴立峰

责任编辑 赵 怡
封面设计 况 晗
责任校对 吴 洁

ISBN 7-80043-386-5/ I6 · 004

定价: 6.50 元

目 录

第一章 纺前着色法	(1)
第一节 色母粒的组成	(1)
第二节 色母粒生产方法和质量指标	(4)
第三节 颜(染)料对有色纤维的结构及性能的影响	(15)
参考文献	(31)
第二章 阳离子染料可染涤纶	(33)
第一节 CDP 及 ECDP 树脂的制备	(34)
第二节 CDP 及 ECDP 纤维的生产过程及主要设备	(59)
第三节 CDP 及 ECDP 纤维的染色和应用	(112)
第四节 CDP 及 ECDP 纤维新品种	(134)
参考文献	(137)
第三章 可染丙纶	(138)
第一节 丙纶染色机理	(140)
第二节 可染丙纶的制备工艺	(148)
第三节 分散染料可染丙纶	(185)
参考文献	(196)

第一章 纺前着色法

第一节 色母粒的组成

传统的纤维着色是在纤维制成织物后，通过印染方法进行染色。自 70 年代初，借用塑料着色方法，即浮染法，纤维也开始以色母粒着色。所谓色母粒是把超常量的颜料均匀地载附于树脂之中而制得的聚合体。国内于 1975 年开始色母粒的研究，目前已有许多厂家生产，年生产能力可达近万吨。现就色母粒组成、颜料、分散剂、载体树脂等简述如下。

一、颜（染）料

色母粒所用颜（染）料主要分为无机、有机颜料和有机染料（主要为蒽醌和杂环类）。

无机颜料有：镉红、镉黄、钛白、炭黑和氧化铁红等；

有机颜料有：大分子黄 2GL、永固黄 GG、大分子红 BR、偶氮红 2BC、耐晒大红 BBN、酞菁红、酞菁蓝、酞菁绿和永固紫等。

有机染料有：主要用于聚酯、聚酰胺纤维着色用，国产油溶性染料有涤黄 8203、涤黄 8207、涤红 8201、涤红 8206、涤蓝 8201。

上述染料与聚酯熔体都有很好的相容性，因而在挤出熔化过程中能分散在聚酯中，对聚酯的流变性不影响或影响极小。

聚酯用染料国内常采用瑞士山德士 (Sandoz) 聚酯菲尔 (Estofils dyes) 和 德国 赫 司 特 (Hoechst) 的 (Polysynthren)、赫司特的常用牌号为:

Polysynthren Yellow G	C. I. 溶剂黄 133
Polysynthren Yellow R	C. I. 溶剂黄 164
Polysynthren Brown J	C. I. 溶剂棕 12
Polysynthren Red G	C. I. 溶剂红 112
Polysynthren Red G	C. I. 溶剂红 135
Polysynthren Blue R	C. I. 溶剂蓝 122

其中尤以溶剂蓝 122, 即目前市场上流行的藏蓝色染料, 使用较多

上述染料的特点为耐热温度 280、15mm), 涤纶中溶解度为 3%, 有良好的耐洗、耐晒性能

瑞士山德士牌号有: 聚酯菲尔黄 S-SGL、红 S-B、红 S-FBL、蓝 S-RLS、绿 S-3GL、棕 S-BL 等。其染料性能如下:

水	不溶
二甲基甲酰胺	除棕 S-BL 外均易溶
浓硫酸	易溶
熔融聚酯	5% 以下全部溶解

聚丙烯着色用的颜料如赫司特的产品、

赫司特公司颜料有:

PV Fast Yellow HG	C. I. 颜料黄 180
PV Fast Yellow HR02	C. I. 颜料黄 83
PV Fast Brown HFR	C. I. 颜料棕 25

PV Carmine HF3C	C. I. 颜料红 176
PV Fast Violet RL SPEC	C. I. 颜料紫 23
PV Fast Green GG01	C. I. 颜料绿 7
PV Fast Blue B2G01	C. I. 颜料蓝 15:3

聚酰胺树脂在熔融时显示出极强的还原性，所以对聚酰胺来说，偶氮黄、红等耐热性高的颜料不适用。国外常采用可溶于聚酰胺的染料，如山德士公司推荐的 Samdofil dyes，该染料可溶于聚酰胺。

二、分散剂

分散剂主要作用是将颜料分散成细微的一定粒径的颗粒，使之稳定、均匀分布在塑料中，并在加工过程中不再凝聚。同时它与树脂的相容性要好，不影响产品质量。分散剂的熔点应比树脂的熔点低，并和颜料有较好的亲和力。

根据生产实践，聚丙烯色母粒应选用高压聚乙烯低分子物（国内将高压聚乙烯裂解为低分子），经分析其性能如下：

外观	白色粉末
密度，g/cm ³	0.925
熔点，℃	104
粘度（140℃），Pa·s	0.2
分子量	2000

而国内常采用的裂解法生产的低分子聚乙烯蜡，由于分子量分布较宽，且裂解时常因温度过高而产生炭化杂质，影响了色母粒的质量（见表1-1）。

表 1-1 国内外聚乙烯低分子蜡质量对比

项 目	北京助剂 厂	法国阿托 AC-61	美国埃克森 Exon	日本三井 石化 226P	德国赫司特 520
分子量 M	2000-3000			2000	
密度 ρ , g/cm ³	0.91	0.91	0.92	0.9	0.93
硬度 H, mm	10	7	6	15	
粘度 η , Pa·s	0.55	0.48	0.59	0.67	
滴点, °C	110	102	115		
软化点, °C	-		112	113	119
熔点, °C	110		103		
维卡软化点, °C	-		7	-	
灰分, %	≤0.2				

(1) 针入度 (25°C)

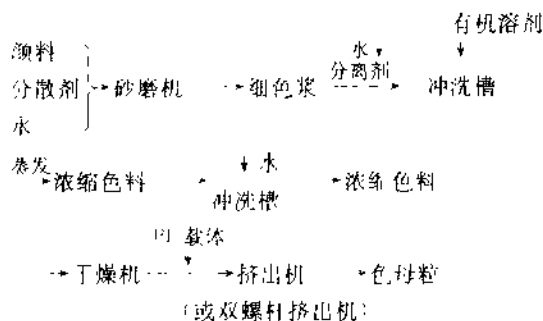
第二节 色母粒生产方法和质量指标

80年代已引进了几条着色母粒生产线, 现简单介绍国内典型的色母粒生产路线。

一、丙纶

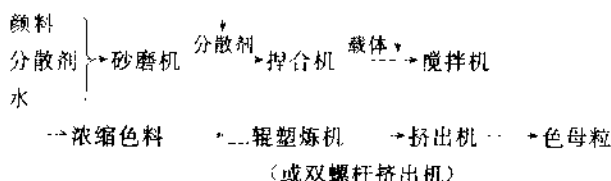
1. 冲洗法

冲洗法过程如下。



二、捏合法

捏合法过程如下。



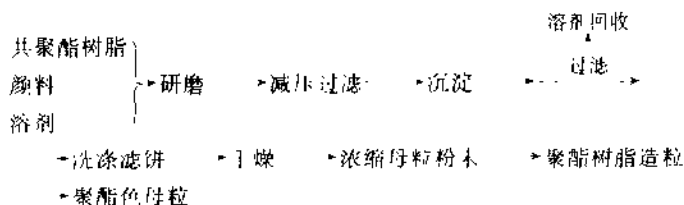
上述两种工艺采用砂磨，可使颜料颗粒达到 $1\mu\text{m}$ 以下。然后再使其和油性分散剂掺混。利用颜料亲油这一特点，通过加入助剂（即转相剂），经搅拌和捏合，在一定温度条件下，使颜料从水相完全转入油相中。在此期间由油性分散剂包覆颜料而使其分散稳定，防止颜料的再凝聚。

二、涤纶

涤纶色母粒的生产工艺有两种：溶剂法和可溶性染料法。

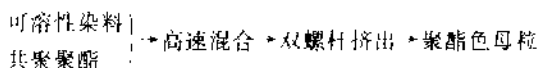
1. 溶剂法

溶剂法生产色母粒的工艺流程为：



2. 可溶性染料法

目前常采用的是可溶性染料法，其工艺如下：



三、聚酰胺色母粒

其工艺流程同聚酯色母粒，载体树脂为改性聚酰胺或乙烯-醋酸乙烯共聚体。

四、色母粒的质量指标

众所周知，如何评价色母粒的质量已成为色母粒和纤维生产厂关心的问题。纺丝厂习惯以树脂切片的纺丝指标来评定色母粒，因此常引起双方的误会和争执。现就色母粒的质量指标作一说明。

1. 色母粒的熔点

聚丙烯（PP）、聚酯（PET）、聚酰胺（PA）切片的熔点表示这些树脂切片的纯度，纯度是影响切片成纤及其产品性能的重要因素之一。而色母粒组分由载体树脂、颜（染）料、分散剂等组成，因此有时有一个以上的熔点，尤其是PP色母粒，分散剂一般采用低分子量聚乙烯蜡，所以其熔点在110~120℃之间；而颜料一般熔点很高，超过PP纺丝温度，故色母粒在热分析谱图上有二个吸热峰值，见图11。

PET色母粒经化纤熔点测定仪测定的数据表明，母粒的熔点均低于载体的熔点。尽管载体树脂相同，但各种染料熔

点不同，因此各种颜色母粒的熔点之间差别仍较大。而采用各种色母粒进行纺丝，其生产工艺正常，因此，色母粒熔点的高低与有色丝的物理性能没有实质性关系。

总之，色母粒的熔点高低不能表征色母粒质量的优劣。

2. 熔体流动指数 (MI) 与特性粘度 η

PP 切片的 MI 和 PET、PA 切片的 η 主要用来表征 PP 和 PET、PA 分子量的大小，其高低决定了 PP、PET、PA 切片成纤和后加工以及成品的性能，是切片的关键性指标。例如 PP 的 MI 10~14 为普通纺丝级，30 左右为高速纺级；PET η 在 0.55~0.65 为长丝级；0.65~0.68 为高速纺丝级，而工业级 η 则更高。

但是，PP 色母粒因有分散剂以及不溶的颜料颗粒和不同颜料的构造，且有的采用 PE 作载体，因而其 MI 大小并不能表示其本身分子量的高低。

同样，色母粒中颜料含量不同、品种不同，其熔体流动指数相差较大，如图 1-2、图 1-3 所示。因此色母粒的

MI 并不是色母粒标准的控制指标，仅能供纺丝时参考。一般来说，选择纺丝用色母粒其 MI 大小最好比本色切片稍大一些，使二者粘度相近，易混合均匀。

PET 色母粒中的染料，有的溶于有机溶剂，有的不溶于

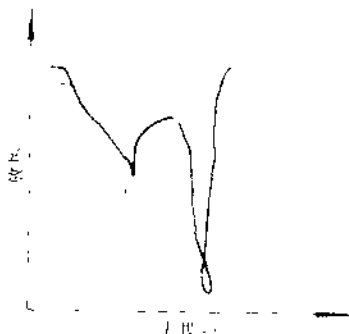


图 1-1 色母粒热分析谱图

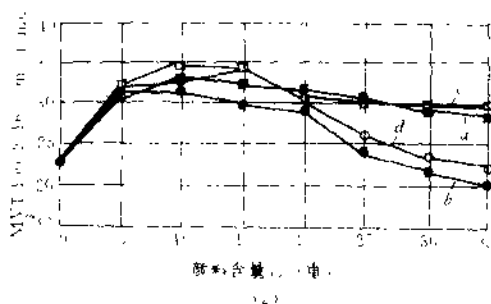
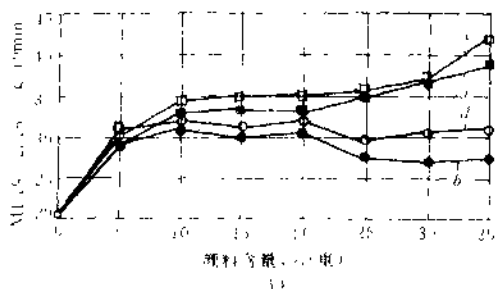


图 1-2 MI 和 MVI (中等粘度指数) 和无机颜料含量的关系

a—颜料白; b—颜料蓝 28; c—颜料黄 53; d—颜料红 101

有机溶剂,由此会影响到在同一溶剂中的粘度。表 1-2 为新会纤维母粒厂几种 PET 色母粒,其 $[\eta]$ 相差很大(其载体分子量相同),但用它来纺丝,其情况很正常。

表 1-2 几种 PET 色母粒的 $[\eta]$ 和纺丝情况

色母粒牌号	$[\eta]$	纺丝情况
PET	0.6700	正常
TFR-01	0.5410	正常
TFP-01	0.5580	正常
TFC-08	0.3476	正常