

丙纶长丝熔体着色技术的应用

⑩

50-54

王仁博 (中山市长虹化纤厂 528403)

摘 要

7234262

本文介绍了在丙纶熔体着色纺丝中利用稀释色母粒或纺前色母粒再造粒的技术,解决了有色纺丝过程中由于混合效果不好造成的色差问题,并拓展了丙纶色丝的染色品种。

关键词:聚丙烯 熔体着色 色母粒稀释 再造粒 长丝, 染色, 色差, 纤维

自从我国实行改革开放以来,特别是八十年代末至今的近十年来,我国的丙纶粗旦长丝生产规模以前所未有的速度发展。特别是适合三资织带(绳)企业的用丝需要,我国以广东省为主的中小型丙纶粗旦长丝企业越来越多。这些企业以生产 1000dtex/90f 有色粗旦长丝为主。据我们目前粗略计算,广东省有这类企业约五十家,生产能力 10 万吨/年以上。而前纺生产设备绝大多数是没附加任何混合器的单螺杆无箱体短管道纺丝机,长径比为 24:1~28:1。这种纺丝机在熔融挤压过程中只有对具有较高色母粒含量或颜色很浅的加入料或成品丝的反射率平均数接近未加色母粒的本色丝时进行比较有效的混合。对色母粒含量低的较深颜色(成品)的加入料来说,这种混合效果显然是不够的,一个正常的丙纶长丝生产厂家一般常用生产颜色品种有上千种之多。如此多的品种仅靠从色母粒厂购买一种色母粒生产一种颜色的产品,要生产上千种颜色的产品显然是不可能的。根据颜色搭配原理,由本厂调色的品种,有的色母粒含量太低,现有纺丝设备的混合效果,根本就无法达到消除产品色差的目的,加上生产过程中发生的颜色偏移需要调整配方等问题,生产出来的产品品种和产品质量根本就无法满足用户的各种要求,也使化纤生产中熔体着色法在品种方面无法与溶液染

色技术相比。根据这些问题。我们把色母粒的纺前再处理作为改善纺丝颜色均匀性的一项主要措施,引入到丙纶的纺丝工艺中来。开辟了生产丙纶颜色丝的广阔天地。我们选择有限色母粒品种和实际配比的搭配,采取相应的办法,对所用色母粒进行适当的“纺前”加工,就可以均匀地生产出我们所需要的产品。取得非常满意的效果。现就这方面的经验作一介绍

1 方法的选择

以保证生产过程中颜色的混合均匀为前提,但又使得色母粒的加入量不太多,因分子量的分散性扩大造成纺丝流变性能的明显改变而调整工艺。要实现这两点,我们经过探索证明,生产中总色母粒的配比控制在 1.5%~6%是比较理想的。生产中多数工单の色母粒加入数有 2~4 种,每一种色母粒的用量也必须达到除它以外的其它原料的 1.5% (生产较深颜色的产品时)以上。可是调色过程的颜色搭配实际上很难做到这一点。有些工单的纯色母粒加入量最低时低于 0.01%,有时加入量在 0.5~1.5% 之间。根据客户所订产品颜色和该颜色所需色母粒的配比情况,我们在生产过程中通常采用两种方法。

1.1 把购入的纯色母粒进行比例冲稀

也就是把纯色母粒加工成色浓度只有购

入色母粒浓度含量的 1/5、1/10 或 1/50。例如:利用一种 R—30 色母粒,我们把它加工成 5R—30、10R—30 和 50R—30 三种冲稀色母粒与 R—30 色母一起用于调色或生产过程。这样可以根据该颜色的需要加入程度来选择使用哪一种浓度的色母。又如生产过程中某几个工单的 R—30 色母含量为 0.01%、0.2%、和 0.5%,那么我们就可以分别用 50R—30、10R—30 和 5R—30 三种色母粒代替纯色母粒用于生产,把它们的加入量变成 0.502%、2.037% 和 2.55% (冲稀色母粒加入量的最低限在后面讨论)。把较低的色母粒含量分别提高 50 倍、10 倍和 5 倍,在相同生产设备的条件下它的混合均匀性与用纯色母粒相比成倍或几十倍地提高,从而达到纺丝熔体混合均匀的目的。这种方法不仅在生产过程中有明显的效果,而且在调色打样时也有很大的帮助。它的不足之处是增加了色母粒的库存重量。

1.2 配料生产之前再造粒

把工单中所用的色母粒混合(有时加入少量切片)以后,在配料生产之前造一次粒。使有多种色母粒搭配而成的生产工单变成单色母粒的形式。不论这几种色母粒的含量多少,都可以把它们当作较高含量的色母粒来生产。它的优点是不增加色母粒的品种和库存量,并且能控制因生产色母粒配比的用量过高而使纺丝熔体的流变性能产生的明显变化。同时在杂色丝订单很多时减轻造粒螺杆的负担。缺点是生产不对色时调整配方较难,以及小样与大样颜色的重现性较差等。

上面两种方法各有所长、各有所短,生产过程中运用那一种方法必须根据实际情况而定。只要灵活运用这两种方法,可以完好地解决 PP 丝生产过程中的混合色差问题。

2 计算方法和公式

把纯色母换算成冲稀色母的运算如下:

例 1:某个生产工单的色母粒配比为

R—30:0.2/100,要求用 10R—30 色母粒代替 R—30 色母粒生产,10R—30 色母粒的加入配比(相对于纯切片)是:

$$\text{根据公式 } 10\text{XXX 色母的含量}/100 = \frac{\text{XXX 色母粒的含量} \times 100}{10 - \text{XXX 色母粒含量} \times 0.9}$$

$$\text{则 } 10\text{R—30}/100 = \frac{0.2 \times 100}{10 - 0.2 \times 0.9} / 100 = 2.037/100$$

即 0.2/100 的 R—30 色母粒含量可以换算成 2.037/100 含量的 10R—30 色母粒投料生产。

例 2:某工单的配方如下:

$$\begin{cases} \text{R—30:0.2/100} \\ \text{L—20:0.6/100} \end{cases}$$

用 10R—30 和 5L—20 色母粒代替 R—30 和 L—20 色母用于生产,求代替以后的配方。

$$\text{根据公式 } 5\text{XXX 色母粒}/100 = \frac{\text{XXX 色母粒含量} \times 100}{20 - \text{XXX 色母粒含量} \times 0.8} / 100 \text{ 得}$$

$$(5\text{L—20})/100 = \frac{0.6 \times 100}{20 - 0.6 \times 0.8} / 100 = 3.074/100$$

R—30 色母粒的配比相应提高到

$$\frac{0.2 \times (100 + 3.074 \times 0.8)}{100} / 100 = 0.205/100$$

$$\text{则原配方改为 } \begin{cases} \text{R—30:0.205/100} \\ \text{5L—20:3.074/100} \end{cases}$$

第二步把 R—30 色母粒换算成 10R—30 色母粒,根据例 1 的公式得:

$$(10\text{R—30})/100 = \frac{0.205 \times 100}{10 - 0.205 \times 0.9} / 100 = 2.089/100$$

再把 5L—20 色母粒的配比作相应提高

$$\begin{aligned} (5\text{L—20})/100 &= \frac{3.074 \times (100 + 2.089 \times 0.9)}{100} / 100 \\ &= 3.132/100 \end{aligned}$$

这样经过两步换算以后该生产工单的色母粒配比为:

$$\begin{cases} 10R-30:2.089/100 \\ 5L-20:3.132/100 \end{cases}$$

例3:某生产工单的色母含量为

$$\begin{cases} R-30:0.8/100 \\ L-20:0.2/100 \\ P-10:0.3/100 \end{cases}$$

切片用量为1000kg,按如下方法对色母粒进行纺前处理,就能保证纺丝不出现混合不均的色差。

这个配方如直接配料生产,必然会产生严重的纺丝色差现象。把三种色母粒混合以后再造粒生产,那么纺丝生产配方为三种色母粒的单独之和1.3/1,这样的生产配比在一定程度上还会出现较明显的色差现象。为了从配方上完全可靠地消除生产色差。我们可以选择3~4/100的生产色母粒配比。我们先选择3/100的生产配比。那么1000kg切片加入的色母粒重量为30kg,而原配方中的色母粒只有13kg,我们还要从1000kg切片中取17kg切片加入到13kg色母粒中混合造粒,再配料生产。有时为了取整数或整包切片,我们可以加入25kg切片与13kg色母粒混合造粒后再生产。计算方法如下:

$$\begin{aligned} & \text{混合造粒后的生产配方} \\ & = \frac{\text{工单色母粒总量} + \text{混入切片量}}{\text{工单切片总量} - \text{加入色母粒中切片}} \\ & \times 100/100 \\ & = \frac{13 + 25}{1000 - 25} \times 100/100 = 3.897/100 \end{aligned}$$

3 色母粒及冲稀以后最低配比和搭配关系的探索

纺丝熔体的混合均匀性,与配入色母粒的品种、质量、种数、深浅以及深浅搭配有关。我们在实际生产中必须根据不同情况,采取不同办法来解决。另外还与纺丝机温度,螺杆转速和螺杆压力有关。为了方便,我们把设备参数作为不变值来考虑。

3.1 配入色母粒的品种和质量与纺丝均匀性的关系

色母粒的品种我们可以从颜色和化学组成两方面进行分类,质量主要表现在色母粒中色粉的粒度,耐热性、含量和载体的质量。色母粒的化学成份作为用户来说,一般都不清楚。对同一种色母粒,我们也同样可以把粒度、耐热和载体的质量看成固定值,只在选择该种色母粒时考虑,在使用过程中可以不考虑。含量的多少,我们可以用3/100的配比进行纺丝检验,检验合格的色母粒,色母粒的含量变化一般不超出 $\pm 3/100$,与不同色母粒颜色之间的差别可以忽略不计。对于色母粒的颜色与纺丝色均匀性的关系,从色相上看,难以找出它们的规律性。我们按3/100的色母粒配比纺丝以后,纤维的平均白光反射率作为色母粒深浅的参考指标。以1000dtex/90f色丝作为纺丝产品的参考纤度(以下同)。以纯切片的纺丝纤维的平均反射率(\bar{F}_0)作为最浅色纤维的反射率,数值约80%。加入3/100色母粒的纺丝纤维的反射率(\bar{F}_1)与纯切片的纤维反射率(\bar{F}_0)进行对比,其反射率差 $\Delta\bar{F} = 1\bar{F}_0 - \bar{F}_1$ 。

根据我们长期的生产实践证明,把3/100作为能实现颜色目测均匀的基本配比(W_0),那么生产中应加入的色母粒最低允许配比为(W_1)。 W_1 与 W_0 之间的关系为:

$$\begin{aligned} W_1 & = W_0 \cdot \Delta F = |\bar{F}_0 - \bar{F}_1| \cdot W_0 \\ & = (\bar{F}_0 - \bar{F}_1) \times 3/100 \end{aligned}$$

对于我们常用的黑色色母粒: \bar{F}_1 约等于2/100, $\bar{F}_0 - \bar{F}_1 = 0.78$ 则 $W_1 = 2.34/100$,说明加入2.34/100黑色母粒就可以保证我们正常生产情况下产品的颜色均匀。这是单色母粒配方的生产情况。

3.2 配入色母粒的数量及各种色母的颜色差异与纺丝颜色均匀性的关系

在生产过程中,我们所遇到品种,使用两种以上色母粒搭配在一起调成一种颜色的工单远比用单色母粒生产的工单多得多。所以,我们不仅要考虑单色母粒的情况,更主要的是考虑多种色母粒的情况,以及多种色母

粒的深浅和色相的差异。我们分两种情况进行考虑分析。

① 加入色母粒的种数对纺丝颜色均匀性的影响,我们为了考虑问题方便,把加入的各种色母粒的反射率(\bar{F})看成不变,此时要求配方中最少一种色母粒的加入量(W'_1), $W'_1 = \sqrt{n}W_1 = \sqrt{n}(\bar{F}_0 - \bar{F}_1) \times 3/100$ (n 为生产工单加入的色母粒种数)

② 同一组配方中色母粒之间的深浅和色相的差异对纺丝均匀性的影响,如某工单的生产配方中有 R-30、5B-20 和 50P-10 三种色母粒组成,这三种色母粒的反射率为 \bar{F}_R 、 \bar{F}_{5B} 和 \bar{F}_{50P} , 而 $\bar{F}_R < \bar{F}_{5B} < \bar{F}_{50P}$, 即 R-30 最深, 50P-10 最浅。又已知 $\bar{F}_R = 43\%$ 、 $\bar{F}_{5B} = 50\%$ 、 $\bar{F}_{50P} = 64\%$, 根据笔者经验总结, 当配方中一种或一种以上的色母粒的反射率与纯切片的反射率之差小于 20% 时, 它的加入量可以单独与纯切片进行比较; 其它色母粒最深与最浅的进行对比。根据这种情况计算:

$$W_{50P} = |\bar{F}_0 - \bar{F}_{50}| \cdot W_0 \\ = |80\% - 64\%| \times 3/100 = 0.48/100 \quad ; \text{R-30 和 5B-20 色母根据公式}$$

$$W'_1 = \sqrt{n} \cdot |\bar{F}_0 - \bar{F}_1| \cdot W_0 \text{ 这时 } \bar{F}_1 \text{ 变成}$$

$$\bar{F}_{1R} = \bar{F}_{R30} \cdot \left(1 - \frac{\bar{F}_{5B} - \bar{F}_{R30}}{\bar{F}_{R30}} \right)$$

$$\bar{F}_{15B} = \bar{F}_{5B} \cdot \left(1 - \frac{\bar{F}_{5B} - \bar{F}_{R30}}{\bar{F}_{5B}} \right)$$

那么:

$$W'R30 = \sqrt{2} \times \left[0.8 - 0.43 \times \left(1 - \frac{7}{43} \right) \right] \\ \times 3/100 \\ = 1.866/100$$

$$W'5B = \sqrt{2} \times \left[0.8 - 0.5 \times \left(1 - \frac{7}{50} \right) \right] \\ \times 3/100 \\ = 1.57/100$$

这样计算可以得出结论,工单中 R-30、5B-20 和 50P-10 三种色母粒组成的配方,只需满足 R-30、5B-20 和 50P-10 三种色母粒

配比分别大于或等于 1.866/100、1.57/100 和 0.48/100 就可以消除生产过程中由于配方造成的色差。

如果反射率与切片相比其反射率差大于 20% 的色母粒在 2 种以上,即用平均值代替, ($\bar{F}_n = \frac{\bar{F}_1 + \dots + \bar{F}_n}{n}$), 用 $\bar{F}_1 = \bar{F}_n \left(1 - \frac{\bar{F}_n - \bar{F}_m}{\bar{F}_n} \right)$ 代入公式 $W'_1 = \sqrt{n} \cdot |\bar{F}_0 - \bar{F}_1| \cdot W_0$ 计算。

上面讨论的是由于多种深浅不同的色母粒搭配组成的配方时对纺丝颜色均匀性的影响,色母的色相差异对纺丝颜色均匀性也有影响,我们经过对这种情况进行研究总结,要求其加入量比前面计算出的结果增大 10—15% 就可以。另外当同一类色母粒,其反射率之差小于 5% 时,可以把两种色母粒当成一种色母粒看待,但其中含量最低的一种不低于另一种的 1/3 即可以。

我们前面所探索的情况是单纯从配比的角度的进行分析的,实际生产中还有其它一些因素影响到纺丝颜色的均匀性,比如色母粒和切片的粒度,以及粒度的均匀性,粒度越大,粒度的均匀性越差,对纺丝颜色的均匀性也就越差。当我们遇到这种情况时,以每克切片重 40 粒色母粒作为基础进行考虑,低于 40 粒时配比可适当加大一些,高于 55 粒时配比可以适当降低一些。

4 色母粒冲稀的选择和工艺控制

前面介绍的内容都是把色母粒中的色粉的性质作为一个稳定值来看待,实际当中色母粒在冲稀造粒过程中由于受到加热温度的影响,它的颜色深浅和色相都会有些变化。这些变化的大小与色母粒的品种及色母粒中色粉的耐温性能有直接关系。我们能不能正确选择冲稀色母粒的品种和冲稀工艺条件是关系 PP 纺丝颜色能否稳定及重现的关键所在。为了做到这一点,我们可从以下两方面的措施得到保证。

1. 在同系列或相近色相的色母粒中, 选择耐温性能好, 在水中不脱色的色母粒作为冲稀调色的基本色母粒, 这些色母粒在经过冲稀以后其色性能基本不变。

2. 冲稀温度比它的标定耐温性能低 50℃ 以上, 这样的温度下与纺丝熔融温度相比时, 色母粒性能的影响可以忽略不计。

5 效果对比

我们厂经过这样的配色管理以后, 在不改变设备结构的情况下, 只从配比上采取措施就完全解决了生产上的色差问题。

从 91 年 6 月投产, 91 年 7 月开始生产色丝一直到 92 年 9 月份, 由于大部份工单因

配方问题, 造成生产出来的成品丝有很多色差, 许多样版调不出来, 另一方面, 最突出的问题是调出来的样版有一半以上工单出现不同程度的色差。色丝的 A 级率一直在 80% 左右徘徊, 从 92 年 10 月开始把调整色母粒配比的技术引入到 PP 纺丝过程中以后, 到现在各种颜色的样版都可以调样生产, 每月色丝产品 A 级品率都能达到 95% 以上。若仅从颜色一项指标评定, A 级品率可达 98% 以上。(注: ① 纺丝机的型号 KG/WC—EX60PP; ② 从预热段到喷丝板各区的温度分别为 220℃、270℃、265℃、220℃、220℃; ③ 单束丝的纺出产量 120g/分; ④ 螺杆压力 50kg/cm²; ⑤ 如果有必要, 还可以进一步冲稀。)

APPLICATION OF SPUN DYEING OF POLYPROPYLENE FILAMENTS

Wang Renbo (Zhongshan Changhong Chemical Fibre Factory)

Abstract

The technique of diluting pigment concentration in PP spun dyeing spinning is introduced in this paper. The problems of colour difference of PP fiber caused by the uneven mixing in the melt spinning machine are solved and the range of variety of PP coloured fibers are also expanded.

~~~~~

## 本期广告索引

|                |     |                  |      |
|----------------|-----|------------------|------|
| 上海市合成纤维研究所海威公司 | 封面  | 扬州惠通聚酯技术有限公司     | (2)  |
| 中国纺织科学研究院机械厂   | 封二  | 大连尤海姆自动化有限公司     | (6)  |
| 大连华纶化纤工程有限公司   | 封三  | 上海博华泵业制造有限公司     | (12) |
| 卡博特公司          | 封四  | 常熟市南方机械厂         | (26) |
| 绍兴市南方化工有限公司    | 插一  | 昆山金桥化纤技术开发有限公司   | (27) |
| 温州市东海化纤设备厂     | 插二  | 浙江大学材料技术工程公司     | (28) |
| 宜兴市前观助剂厂       | 插三  | 华东理工大学           | (29) |
| 常熟市化纤设备厂       | 插四  | 威海市海达科技有限公司      | (30) |
| Dynisco 公司(香港) | 中插一 | 南京金陵空调设备总公司      | (31) |
| 浙江皇马集团         | 中插二 | 浙江大学科技开发总公司人工环境部 | (32) |
| 邵阳第二纺织机械厂      | 中插三 | 南京金双强集团          | (36) |
| 中国纺织大学         | 中插四 | 江苏省江阴市石化机械厂      | (55) |
| 上海市合成纤维研究所海威公司 | (1) | 上海东湘化纤工程有限公司     | (56) |