

文章编号 :0253-9721(2007)06-0035-05

# 有色涤纶丝的色母粒测配色与纺丝技术

曹欣羊<sup>1</sup>, 钱樟宝<sup>1</sup>, 段亚峰<sup>2</sup>, 赵江峰<sup>1</sup>

(1. 杭州华欣纺织有限公司, 浙江 杭州 311222; 2. 绍兴文理学院 纺织工程研究所, 浙江 绍兴 312000)

**摘要** 采用 Datacolor 600 测配色系统及其应用技术对三原色色母粒进行电脑测配色, 在切片熔融纺丝生产设备上实现了色母粒切片熔融纺有色涤纶丝的多色系无限彩配色效果, 纺制出了 166.7 dtex/48f 和 222.2 dtex/72f 等规格的飞梭刺绣用系列彩色涤纶高强度网络低弹丝线, 改善了成品丝线的柔软度、身骨硬挺性和表面平滑性, 提高了刺绣用丝线的强度, 降低了成本, 改善了有色涤纶丝线的品种适应性。

**关键词** 有色涤纶丝; 色母粒; 测色配色技术; CAD

中图分类号: 文献标识码: A

## Color measuring and matching of polyester master batch and spinning thereof

CAO Xinyang<sup>1</sup>, QIAN Zhangbao<sup>1</sup>, DUAN Yafeng<sup>2</sup>, ZHAO Jiangfeng<sup>1</sup>

(1. Hangzhou Huaxin Textile Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 311222, China;

2. Textile Engineering Institute, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

**Abstract** Datacolor 600 computer system and the relevant application technology were used in color measuring and matching of the master batch of three primary colors, and making of colored polyester filaments through melt spinning was realized with the master batch and the color effect of polyester filaments was infinite with this technology. The low-stretch high-tenacity colored interlaced yarns of specifications were made such as 166.7 dtex/48 f and 222.2 dtex/72 f used as embroidering threads that are characterized by improved softness, smoothness and strength, lowered production cost and more diversified varieties.

**Key words** colored polyester filament; master batch; computer color measuring and matching; CAD

随着计算机和信息技术的发展与应用, 数字纺织技术得到迅猛发展, 各种高附加值电脑刺绣和蕾丝织物广泛应用于服装、家居和装饰各领域<sup>[1-2]</sup>, 但绣花底线产品规格单一, 花色单调, 产品供应有限, 远不能满足生产需求。针对电脑刺绣等数字纺织技术对涤纶绣花线(包括面线和底线)独特的技术要求, 在满足产品基本物理性能指标要求的前提下, 该类材料既要具有良好的可绣性, 同时又要色泽鲜艳, 色谱齐全, 色牢度好。传统绣花线系人造丝或 T/C 混纺短纤纱经单纱加捻—并线—股线复捻—精练—染色—轧光—倒筒—卷绕成形的加工而成, 由于生产工艺过程繁琐, 有大量练染废水产生, 不仅生产成本居高不下, 而且废水污染严重, 对环境水体危害很

大, 废水处理成本高, 效果差, 产品色牢度低, 使用过程还会因洗涤或出汗而造成沾色, 产品质量档次低, 属于高污染型低档产品。而且, T/C 混纺股线强力低, 纱线粗, 卷装容量小, 有效退解长度短, 绣花产品生产质量和效率得不到保障。

本文采用原液着色切片纺技术, 从色母粒三原色的选择、色母粒的电脑测色复配、纺丝设备及关键装置的改进改造以达到色母粒含水量的有效控制和注入量的精确计量, 到筛选合理的熔体增黏剂、纺丝油剂, 优化纺丝工艺, 并通过系统集成控制形成一整套完整的生产及质量控制体系, 最终实现产品质量优异、品种丰富、色谱齐全、色泽均匀、色牢度好的技术目标, 所生产的绣花线一等品率达到 99% 以上。

收稿日期: 2007-01-15

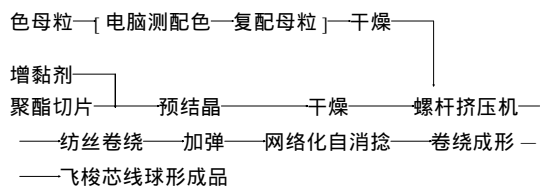
修回日期: 2007-03-04

基金项目: 中国纺织工业协会 2004-2005 年指导性科技计划项目(2004047, 2005075)

作者简介: 曹欣羊(1969—), 男, 主要从事有色涤纶丝切片纺技术的开发与应用。E-mail: zjf.9999@163.com。

# 1 有色涤纶丝生产工艺流程

以飞梭刺绣底线为例,数字纺织技术用有色涤纶丝的工艺流程为:



# 2 电脑测配色与色母粒复配技术

## 2.1 色母粒三原色配色原理

纺丝用色母粒由着色剂、载体聚酯和添加剂构成,纤维着色取决于其中的着色剂,色母粒复配实质上也就是着色剂的复配。复配的概念基于颜色混合的减色原理。在体系中,红、黄、蓝为3种基本色(三原色或三基色),三原色中的2种色混合后,可得橙、

绿、紫3种二次色(又称间色)。三原色及其配得的二次色恰好组成一个封闭颜色环。用三原色和二次色混合后,得到三次色(又称复色),调整各色的混合比例,可得多种颜色的复色,因此,可把各种颜色看做由3种基色(三原色)或其中2种基色的混合,依此原理,将红、黄、蓝3种颜色的色母粒作为3种基色,通过2种或3种三原色基色母粒按某种比例混合,即可得到一种特定的色母粒,用其与白色聚酯切片混合纺丝,就能纺得所需颜色的有色涤纶丝。由于有些浅色丝纺丝时有色母粒的用量很少(小于0.6%),纺丝时很难与白色聚酯切片混合均匀而容易产生色差,因此,有必要对所配制成的色母粒进行稀释再造粒制得复配稀释色母粒——复配母粒,然后再与白色切片混合纺丝,从而消除色差。

色母粒三原色选择的原则是:配色色谱齐全,分散性好,色牢度高,经济环保。通过长期基础研究和实践探索,筛选出满足要求的染料型和颜料型三原色色母粒,所选典型三原色色母粒的反射光谱曲线见图1。

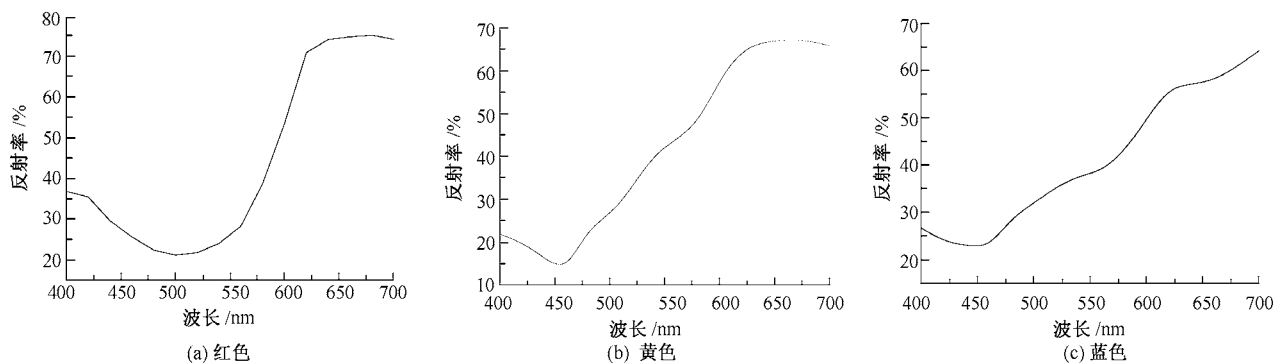


图1 三原色色母粒的反射光谱曲线

Fig.1 Reflection spectrum curves of three primary color master batch.(a) Red;(b) Yellow;(c) Blue

## 2.2 色母粒+PET切片纺丝测配色

有色涤纶丝纺丝过程中,有色丝的颜色由色母粒配方所决定。为了准确纺制出所需颜色,必须对色丝颜色的三原色组成比例进行精确测量,然后根据测量结果进行色母粒配比设计,得到所需有色母粒的复配方案。设计的计算机测配色系统,可根据客户提供的彩色纱线样品,用电脑测配色系统扫描测色,给出三原色色母粒配方,经小样纺丝后测得有色丝线的色彩参数,判断色彩是否正确。测配色软件会根据小样的色彩参数与客户提供的样品色彩参数,判断两者色彩是否相符,若符合要求,则进行大批量的生产;若不符合要求,则电脑测配色系统会对原先的配方进行修正,给出新的配方,继续小样纺

丝,此过程重复直到小样符合要求,进行大批量的生产。以红色涤纶长丝绣花底线为例,有色涤纶丝及其色母粒配色结果测试报告见图2。

利用该技术已配制出2 600多种有色丝,实现了电脑刺绣对有色丝线的色谱要求,可满足客户对颜色的需求。

## 2.3 色母粒复配造粒与复配色粒注入

### 2.3.1 色母粒复配造粒

按照计算机测配色得到有色丝纺丝的色母粒配方后,按配方称取所需三原色色母粒并充分混合均匀,即可用于注色纺丝。但是,由于有色复合母粒用量很少,纺丝时仅借助于切片预结晶干燥过程和螺杆挤压机挤出过程很难使之与聚酯切片混合均匀,

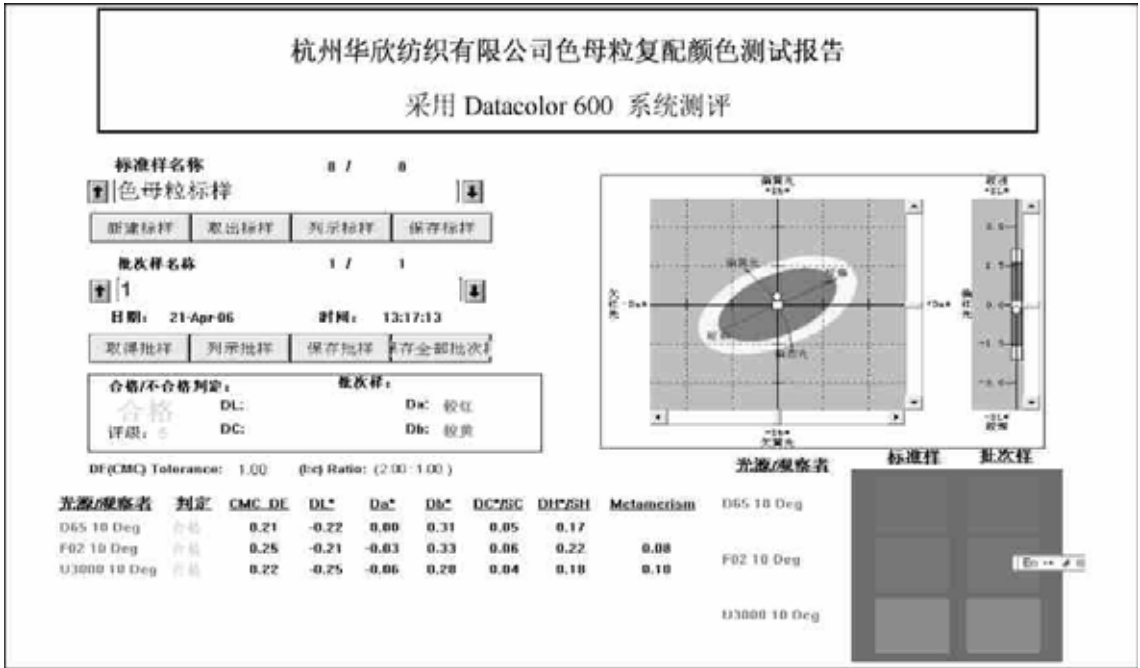


图 2 Datacolor 600 测配色系统在有色涤纶丝色母粒测配色中的应用

Fig.2 Application of Datacolor 600 in color master batch

从而造成严重的成品丝色差问题。因此,本文在纺制浅色丝批号时,采用复配有母粒稀释再造粒技术,将复色母粒与一定量聚酯切片混合,加工成复配稀释色粒(简称复配色母粒),干燥后再用特殊方法注入螺杆挤压机与大量聚酯切片均匀混合纺丝,最终得到所设计颜色的有色涤纶丝。具体再造粒方法是,将复合色母粒在烘箱于100℃下干燥1~2h,并经常翻动,然后,按稀释比例与预结晶干燥后的聚酯切片混合,用普通塑料挤压机熔融挤压成条,水浴冷却,切粒机切粒,即成复配色粒。

复配再造粒时的聚酯切片用量可由下式求得:

$$X = 100 \alpha / \beta$$

式中: X 为聚酯切片用量(%);  $\alpha$  为某品种有色丝可实现稳定纺丝的彩色母粒比例(%);  $\beta$  为有色丝纺丝计算色母粒比例(%).

再造粒工艺要求: 1) 为尽可能减小有色丝成品色差,可实现稳定纺丝的彩色母粒比例应取  $\alpha > 1\%$ ; 2) 再造粒后的色粒应尽可能接近原料切片的外形尺寸,使复配色粒与切片在输料管道或螺杆中流速尽可能一致。

### 2.3.2 复配色粒的干燥与注入

#### 1) 切片与复配色粒干燥

电脑绣花底线用有色涤纶长丝对断裂强度和刚性要求很高,为实现顺利纺丝,确保成品丝质量,

前纺过程中切片和复配色粒的充分预结晶干燥是非常重要的。本文采用美国汉克森 HHL370 空气除湿机组和 FBCD 切片干燥机,预结晶与干燥流程见图 3。因为色母粒中加入了染料分子,起到增塑作用,降低了大分子的内摩擦力,熔体特性黏度过低,而色母粒的熔点较低,熔体特性黏度更低,当与切片混合后,熔体的黏度介于纯 PET 和色母粒之间,随着色母粒含量的增大,在外力作用下,大分子更易流动,熔体黏度随之降低<sup>[3]</sup>。因此,在切片预结晶前应添加大计量的纺丝增黏剂,以提升熔体黏度,防止 PET 热降解和螺杆中前区熔体倒流。为此,选配了有色涤纶长丝专用特种增黏剂,因有色丝颜色和色母粒配比不同,其添加量控制在 20%~25%为宜。干燥过程中,使用露点 -20℃ 的压缩空气,除湿机出口干空气的露点在 -85℃ 以下;干燥量为 800 kg/h,预结晶热媒温度为 170~175℃,干燥空气温度为 172~175℃;干燥效果:干切片水分  $30 \times 10^{-6}$  以下,特性黏度  $> 0.67$  dL/g。

#### 2) 复配色粒注入

采用改造后的程控小螺杆挤压机,将复配色母粒干燥后精确计量连续注入螺杆挤压机入料口中心位置(如图 3 所示),使复配色母粒与 PET 切片混合,连续进入螺杆挤压区,在螺杆挤压熔融过程中充分混合均匀。

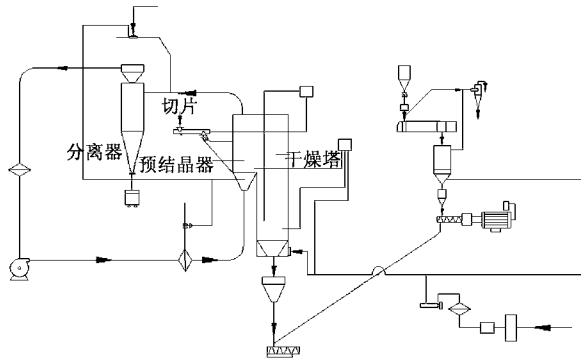


图 4 切片干燥装置流程

Fig.4 Technological process of chip drying device

### 3 有色涤纶丝纺丝与后加工工艺

采用北化机 B635 纺丝机、越剑 YJ800 M 电脑高速加弹机和网络化并丝机,对电脑刺绣用有色涤纶长丝线产品进行试纺和小批量订单生产,探索出一整套比较成熟的涤纶色纺工艺,其中,纺丝温度、纺丝速度和加弹丝速尤为重要。

#### 3.1 纺丝温度

纺丝时如果螺杆各区和箱体温度过高,PET 产生热降解反应,易出现毛丝、飘丝;如果温度偏低,则熔体的流变性能变差,易产生毛丝和硬丝,而且纺丝过程生头困难。因此,有色丝纺丝时各区温度比常规丝偏低 3~5℃;为了避免色母粒提前熔化,螺杆前区温度的降幅应更大一些,一般为 3~10℃,且随着母粒含量的增大,螺杆各区温度的降幅也应相应加大。

#### 3.2 纺丝速度

由于熔体中含有异种成分,应适当降低纺速。但降低纺速会导致大分子取向度降低,纤维剩余拉伸倍数增大,易产生色差降等<sup>[4]</sup>,同时在后加工中异种粒子与设备的摩擦力增大,易产生毛丝降等。因此,有色丝纺丝应采用常规纺速 3 000~3 100 m/min。

#### 3.3 加弹丝速

由于丝束中含有染料分子和杂质,使单丝的表

面粗糙,单丝间以及丝束和设备间的摩擦力增大,因此,有色丝纺丝在后纺加弹时应适当降低丝速,才能减少毛丝和断头,提高满卷率,稳定生产。表 1 列出了加弹丝速对 DTY 有色丝品质的影响。

表 1 不同丝速对 DTY 丝品质的影响

Tab.1 DTY qualities in different spinning speed

丝速/ (m·min <sup>-1</sup> )	断裂强度/ (cN·dtex <sup>-1</sup> )	断裂伸长率/ %	断头次数/ 次	毛丝降等/ 个
500	4.03	23.3	0	1~2
550	4.00	21.6	1	6~7

### 4 纺丝效果与成品丝品质

#### 4.1 色母粒添加量对纺丝效果的影响

在实际生产中,色母粒的添加量一般为 4%左右,但是在纺制一些颜色很浅的色丝时,必须减少色母粒的添加量才行。有时色母粒添加量减少到 1%或更少才能达到浅色要求,但是纺制出的色丝有严重的色差。这是由于色母粒添加量太少,与切片很难混合均匀造成的。本文主要针对这种情况采用了色母粒复配再造粒的办法来稀释色母粒,使之先与一定量的切片混合后熔融再造粒,用复配再造色粒纺丝就会消除色差,因为这时再造色母粒添加量可达 4%~10%,甚至更多。例如,某品种要求色母粒添加量为 1%,即 99 kg 切片加 1 kg 色母粒,这时会产生严重色差。那么,用 10 kg 母粒加 40 kg 切片熔融后造粒——成为 50 kg 新色母粒。在纺丝时加入 5%的新色母粒即可达到原要求,并且不再产生色差。再造色母粒费用不高,所以是一种行之有效的方法。

#### 4.2 成品丝的品质与应用效果

##### 4.2.1 强伸性、卷曲性和沸水收缩率

采用三原色色母粒电脑测配色与色母粒复配技术纺制的涤纶丝,其同规格下的拉伸断裂强度和伸长率基本接近常规纺白丝,卷曲收缩率、卷曲稳定性和沸水收缩率虽与常规纺白丝略有差异,但也能达到飞梭刺绣用彩色丝线品质要求。色母粒电脑测配色纺涤纶丝具体品质指标与常规纺白色涤纶丝的比较列于表 2。

表 2 色母粒色纺涤纶丝的强伸性能

Tab.2 Strength and elongation,crinkling and shrinkage in boiling water of colorant spinning polyester filament

色泽	母粒含量/ %	规格/ (dtex/f)	线密度/ dtex	偏差/ %	线密度 CV/ %	断裂强度/ (N·dtex <sup>-1</sup> )	强度 CV/ %	伸长率/ %	伸长 CV/ %	卷曲收缩 率/ %	卷曲收 缩 CV/ %	卷曲模 量/ %	卷曲稳 定度/ %	沸水收缩 率/ %
白	0	166.7/48	165.7	-0.8	0.55	4.38	2.68	20.6	6.64	18	8.40	10.6	80.1	5.7
黑	2.9	166.7/48	168.1	0.7	0.75	4.21	5.85	21.3	9.70	23	6.02	14.9	77.2	6.1
红	1.3	333.3/72	330.4	0.1	0.55	4.06	6.61	20.7	7.81	17	9.13	10.4	74.2	6.4

#### 4.2.2 应用效果

所纺制的 166.7 dtex/48f 和 333.3 dtex/72f 新产品有色涤纶高强度网络低弹丝,其结构紧密,纱线直径小于 116.6 dtex $\times$ 2 和 145.8 dtex $\times$ 2 等短纤维股线,同规格飞梭球型卷装体积下,刺绣底线卷绕长度从原来的 193 m 提高到现在的 235 m,长度提高了 22%,绣花底线线球的卷装长度大幅度增加,卷绕层有效退解从原来的 3/5 提高到现在的 4/5,确保退解过程不出现过早塌边,增大了有效退解长度,提高了电脑刺绣彩色底线利用率,从而降低了电脑刺绣过程绣花机停机换底线的频率,为电脑刺绣(尤其是飞梭刺绣)产品质量、单位产量和生产效率等重要技术指标的提高创造了有利条件。

## 5 结 论

采用色母粒三原色电脑测配色技术,实现了色母粒切片熔融纺有色涤纶丝的多色系无限彩配色效果,丰富了电脑绣花底线的花色品种,生产过程无须纱线精练染色加工,不产生印染废水,确保了电脑绣花彩色底线生产过程清洁环保,无环境危害,同时,由于色母粒切片熔融纺丝所形成的丝线色素分布在丝线结构内部,因此,色牢度高,不会因洗涤或出汗

而造成沾色,产品质量档次高。采用色母粒切片熔融纺丝技术,纺制出了 166.7 dtex/48f 和 333.3 dtex/72f 等规格彩色涤纶高强度网络低弹丝,其同规格下的拉伸断裂强度和伸长率基本接近常规纺白丝,卷曲收缩率、卷曲稳定性和沸水收缩率虽与常规纺白丝略有差异,但也能达到飞梭刺绣用彩色丝线品质要求,改善了成品丝线的柔软度、身骨硬挺性和表面平滑性,提高了刺绣底线的强度,降低了成本,改善了涤纶刺绣底线的品种适应性,增大了有效退解长度,提高了电脑刺绣彩色底线利用率,从而降低了电脑刺绣过程停机换线的频率,为电脑刺绣(尤其是飞梭刺绣)产品质量、单位产量和生产效率等的提高创造了有利条件。

FZXB

#### 参考文献:

- [1] 蒋敏强,肖赛男.中国电脑刺绣机产业现状分析报告[J].中外缝制设备,2006(12):30-33.
- [2] 孟波,谢琪.电脑刺绣CAD系统的设计与实现[J].计算机应用与软件,2001(10):12-14,35.
- [3] 保罗·芝兰斯基.色彩概论[M].上海:民美术出版社,2004:15-29.
- [4] Kulkarni V G. 化学纤维色母粒和功能母粒的最新进展[J].桑榆,译.国际纺织导报,2006(4):6-8.
- [5] 彭飞,梁振荣,刘小园.涤纶有色长丝颜色差异成因分析[J].化纤与纺织技术,2003(4):11-13.