

DOI: 10.13475/j.fzxb.20180303406

竹节纱粗细节形成机制及其纺纱工艺比较

赵洋洋¹, 薛元¹, 刘曰兴², 张国清²

(1. 生态纺织教育部重点实验室(江南大学), 江苏 无锡 214122; 2. 愉悦家纺有限公司, 山东 滨州 256623)

摘要 为探究不同竹节纱生产装置的品种适应性, 开发竹节纱新品种, 根据纺制竹节纱时喂入粗纱根数、牵伸机构组成、罗拉变速方式、牵伸比调控方式的不同, 将现有竹节纱生产装置分为单通道后罗拉喂入竹节纱装置、单通道中后罗拉喂入竹节纱装置、双通道中后罗拉喂入竹节纱装置、双通道后罗拉喂入竹节纱装置、三通道后罗拉喂入竹节纱装置共5种装置, 系统分析了不同竹节纱生产装置形成粗细节的机制, 构建了竹节纱可变线密度的计算公式。以调控线密度和混纺比变化为目标对5种装置纺制竹节纱的工艺特点进行了分析比较。利用三通道后罗拉喂入竹节纱装置纺制了粗细和混纺比均变化的彩色竹节纱。

关键词 竹节纱; 多彩竹节纱; 竹节纱生产装置; 纺纱工艺; 粗细节; 花式纱

中图分类号: TS 104.1 文献标志码: A

Formation mechanism of thick and thin sections of slub yarn and comparison of spinning process

ZHAO Yangyang¹, XUE Yuan¹, LIU Yuexing², ZHANG Guoqing²

(1. Key Laboratory of Eco-Textiles (Jiangnan University), Ministry of Education, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. Yuyue Home Textile Co., Ltd., Binzhou, Shandong 256623, China)

Abstract In order to explore the variety adaptability of different slubbed yarn devices and develop new varieties of slub yarn, existing slub yarn devices were classified into device for rovings fed from a back roller in a single channel, device for rovings fed from middle and back rollers respectively in a single channel, device for rovings fed from middle and back rollers respectively in dual channels, device for rovings fed from back rollers in dual channels and device for rovings fed from back rollers in three channels according to the different number of roving yarns, the composition of the drafting mechanism, the roller shifting method, and the drafting ratio control method when spinning slub yarns. The mechanism of the formation of thick and thin sections of different slubbed yarn devices was analyzed systematically, then the formula for variable linear density of slub yarn was constructed. The technical characteristics of the spinning slub yarn were analyzed and compared to control the changes in line density and blending ratio for five devices. Finally, a color slub yarn with varying thickness and blending ratio was spun in the device for rovings fed from back rollers in three channels.

Keywords slub yarn; colorful slub yarn; slub yarn device; spinning process; thick and thin section; fancy yarn

花式纱线主要表现为结构中的颜色或形式的不规则性。竹节纱作为花式纱线的一种, 具有很好的可设计性和品种多样性, 如可使机织或针织物具有自然但不规则的外观^[1]。在新面料的设计与开

发中得以广泛应用^[2]。三通道数码纺纱通过可编程协调控制器(PLC)协调控制与七轴联动系统的伺服驱动, 在环锭细纱机上实现了纺纱与混色双功能^[3], 为竹节纱的生产开发提供了新的纺纱平台。

收稿日期: 2018-03-15 修回日期: 2018-12-17

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(JUSRP5163A); 江苏高校品牌专业建设工程资助项目(PZY2015B147); 江苏省高校优势学科建设工程资助项目(苏政办发[2014]37号)

第一作者: 赵洋洋(1990—), 女, 硕士生。主要研究方向为新型纺纱技术。

通信作者: 薛元(1962—), 男, 教授。主要研究方向为数字化纺纱。E-mail: fzxueyuan@qq.com。

本文依据纺制竹节的喂入粗纱根数、牵伸机构组成、罗拉变速方式、牵伸比调控方式对 5 种竹节纱装置进行分类,对装置的结构、成纱工艺进行对比总结,并对成纱品种进行了分析。

1 竹节纱及其成纱装置的分类

在纱线长度方向上呈随机或规律性排列的若干粗节或细节的纱线称为竹节纱^[4]。表达竹节纱形态结构的参数包括:细节线密度、粗节线密度、粗节长度、粗节间距。按竹节纱的形态特征分为规律分布竹节纱、随机分布竹节纱;按竹节纱色彩效果分为单色竹节纱、多彩竹节纱(彩节纱、彩段竹节纱、渐变竹节纱)。

竹节装置是通过牵伸倍率的变化或多通道喂入不连续粗纱形成竹节的一种装置。随着竹节纱装置技术的进步,竹节纱的花色类型也在不断增多^[5]。根据竹节纱装置变速系统的不同,分为变前罗拉速度、变中、后罗拉速度、变后罗拉速度;根据竹节纱装置驱动系统的不同,分为离合器式、步进电动机式、伺服电动机式;根据竹节纱装置的粗纱喂入方式不同,分为单通道后喂入式、单通道中、后喂入式、双通道中、后喂入式、多通道后喂入式。

2 竹节纱纺纱机制

根据纺制竹节纱时喂入粗纱根数、牵伸机构、罗拉变速方式、牵伸比调控方式的不同将已公开的文献及专利中生产竹节纱的装置分为单通道后罗拉喂入式、单通道中后罗拉喂入式、双通道中后罗拉喂入式、双通道后罗拉喂入式、三通道后罗拉喂入式,本文分别对 5 种竹节纱装置产生粗细节的机制进行分析。

设成纱线密度为 $\rho_y(t)$, 细节线密度为 ρ_y , 粗节线密度为 $\rho_y + \Delta\rho_y$, $\Delta\rho_y$ 为粗节相对细节线密度的增量, 纺制时间为 t_j , 细节长度为 l_x , 粗节长度为 l_c , 后、中、前罗拉表面线速度分别为 v_h, v_z, v_q , 纺制粗节时后、中、前罗拉表面线速度相对于纺制细节时的变化量为 $\Delta v_h, \Delta v_z, \Delta v_q$, i 通道后罗拉表面线速度为 v_{hi} , i 通道对应喂入的粗纱线密度为 ρ_i , 后区牵伸倍数为 e_h , 前区牵伸倍数为 e_q , 竹节倍率为 σ 。其中: $\rho_y(t)$ 、 ρ_y 、 $\Delta\rho_y$ 、 ρ_i 单位为 tex; t_j 单位为 s; l_x 、 l_c 单位为 cm; v_h 、 v_z 、 v_q 、 Δv_h 、 Δv_z 、 Δv_q 、 v_{hi} 单位为 m/min。

2.1 单通道后罗拉喂入式竹节纱装置

图 1 示出单通道后罗拉喂入竹节纱装置。该装置由主电动机驱动主轴, 主轴通过齿轮箱分 3 路分

别驱动前、中、后罗拉运动完成对粗纱的牵伸, 通过分别改变罗拉运动速度纺制竹节纱。

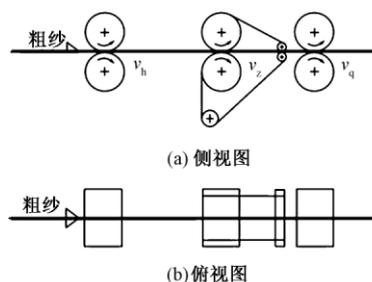


图 1 单通道后罗拉喂入竹节纱装置

Fig.1 Slub yarn device for rovings fed from back roller in single channel. (a) Side view; (b) Elevation view

根据牵伸罗拉不同变速方式有以下 3 种形成竹节纱的方法: 1) 前罗拉速度不变, 中、后罗拉同步变速; 2) 前、中罗拉速度不变, 后罗拉变速; 3) 前罗拉变速, 中、后罗拉速度不变。其中第 3 种方式在竹节纱纺制过程中前罗拉频繁变速, 导致纺纱张力及纱线捻度难以控制, 目前很少采用, 一般采用前 2 种方式。

2.2 单通道中后罗拉喂入式竹节纱装置

图 2 示出单通道中后罗拉喂入竹节纱装置。该装置使用一个电动机驱动中、前罗拉使其以恒定牵伸比匀速转动, 将一路粗纱连续稳定地由中罗拉喂入前区经牵伸成为竹节纱的细节; 使用另一个电动机驱动后罗拉使其以忽停忽转的方式保持变速运动, 将另一路粗纱由后罗拉断续式喂入牵伸区经后区牵伸后在前区与另一路须条汇合, 2 路须条在前牵伸区经牵伸混合后经加捻形成竹节纱的粗节^[6]。

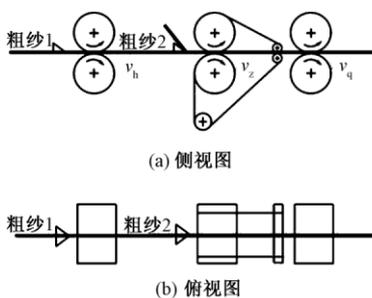


图 2 单通道中后罗拉喂入竹节纱装置

Fig.2 Slub yarn device for rovings fed from middle and back rollers respectively in single channel.

(a) Side view; (b) Elevation view

图 2 中粗纱 1 由后罗拉断续式喂入, 粗纱 2 由中罗拉连续且匀速喂入, 纺制竹节纱的线密度为

$$\rho_y(t) = (\Delta v_h \rho_1 + v_z \rho_2) / v_q \quad (4)$$

如果 $\rho_1 = \rho_2$, 则竹节倍率为 $\sigma = 1 + \Delta v_h / v_z$ 。说明竹节倍率取决于后罗拉速度的变化。纺制细节 t_1 时间

内, $\Delta\rho_y = 0$ $v_z = 0$, 细节线密度为 $v_z\rho_2/v_q$, 细节长度 $l_x = v_q t_1$; 纺制粗节 t_2 时间内, $\Delta\rho_y \neq 0$, 粗节线密度为 $(\Delta v_h\rho_1 + v_z\rho_2)/v_q$, 粗节长度 $l_c = v_q t_2$ 。当后、中罗拉分别喂入 2 根不同色彩的粗纱 1 和粗纱 2 时, 2 种色彩在粗节部分的混纺比为 $\Delta v_h\rho_1 : v_z\rho_2$ 。

2.3 双通道中后罗拉喂入式竹节纱装置

图 3 示出双通道中后罗拉式机构组成。该竹节纱装置采用双列皮圈, 其中一列由后罗拉引至前罗拉, 一列由中罗拉引至前罗拉, 通过分别驱动中罗拉与后罗拉运动或停止带动中间皮圈和后皮圈运动或停止, 改变 2 种粗纱的牵伸比纺制竹节纱^[7]。

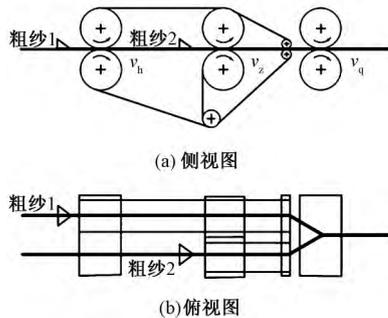


图 3 双通道中后罗拉喂入式竹节纱装置

Fig.3 Slub yarn device for rovings fed from middle and back rollers respectively in dual channels.

(a) Side view; (b) Elevation view

由中后罗拉带动双列皮圈纺制竹节纱的线密度为

$$\rho_y(t) = (v_h\rho_1 + v_z\rho_2) / v_q \quad (5)$$

根据中、后罗拉喂入方式的不同可按以下 2 种方式形成竹节纱。

1) 粗纱 1 连续喂入 粗纱 2 间歇喂入。此时:

$$\rho_y(t) = (v_h\rho_1 + \Delta v_h\rho_1 + \Delta v_z\rho_2) / v_q \quad (6)$$

2) 粗纱 2 连续喂入 粗纱 1 间歇喂入。此时:

$$\rho_y(t) = (v_z\rho_2 + \Delta v_h\rho_1 + \Delta v_z\rho_2) / v_q \quad (7)$$

上述 2 种方式中, 如果 $\rho_1 = \rho_2$, 则竹节倍率为 $\sigma = 1 + (\Delta v_h + \Delta v_z) / v_h$ 或 $\sigma = 1 + (\Delta v_h + \Delta v_z) / v_z$ 。说明竹节倍率取决于中、后罗拉速度的变化。

纺制细节 t_1 时间内, $\Delta\rho_y = 0$ $v_z = 0$ 或 $v_h = 0$, 细节线密度为 $v_h\rho_1/v_q$ 或 $v_z\rho_2/v_q$, 细节长度 $l_x = v_q t_1$; 纺制粗节 t_2 时间内, $\Delta\rho_y \neq 0$, 粗节线密度为 $(v_h\rho_1 + \Delta v_h\rho_1 + \Delta v_z\rho_2) / v_q$ 或 $(v_z\rho_2 + \Delta v_h\rho_1 + \Delta v_z\rho_2) / v_q$, 粗节长度 $l_c = v_q t_2$ 。当后、中罗拉分别喂入 2 根不同色彩的粗纱 1 和粗纱 2 时, 2 种色彩在粗节部分的混纺比为 $(v_h + \Delta v_h)\rho_1 : \Delta v_z\rho_2$ 或 $v_h\rho_1 : (v_z + \Delta v_z)\rho_2$ 。

2.4 双通道后罗拉喂入式竹节纱装置

图 4 示出双通道后罗拉式机构组成。该种竹节

纱装置采用 2 个组合式后罗拉和单列皮圈, 2 个后罗拉相互独立运动, 对喂入的 2 根粗纱实施耦合牵伸纺制混纺比与线密度在线变化的纱线^[8]。通过调控混纺比与线密度的变化实现纱线粗细及色彩的变化, 纺制竹节纱^[9-11]。

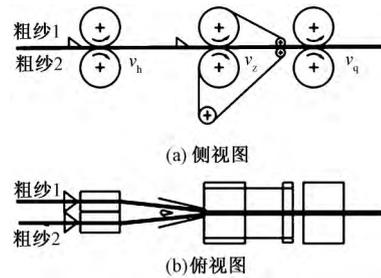


图 4 双通道后罗拉喂入式竹节纱装置

Fig.4 Slub yarn device for rovings fed from back rollers in dual channels.

(a) Side view; (b) Elevation view

由双后罗拉喂入双粗纱纺制竹节纱的线密度为

$$\rho_y(t) = (v_{h2}\rho_1 + v_{h2}\rho_2) / v_q \quad (8)$$

根据后罗拉运动方式的不同按以下 3 种方式形成竹节纱。

1) 粗纱 1 间歇喂入 粗纱 2 连续喂入。此时:

$$\rho_y(t) = (v_{h2}\rho_2 + \Delta v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h2}\rho_2) / v_q \quad (9)$$

2) 粗纱 2 间歇喂入 粗纱 1 连续喂入。此时:

$$\rho_y(t) = (v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h2}\rho_2) / v_q \quad (10)$$

在上述 2 种方式中, 如果 $\rho_1 = \rho_2$, 则竹节倍率为 $\sigma = 1 + (\Delta v_{h1} + \Delta v_{h2}) / v_{h2}$ 或 $\sigma = 1 + (\Delta v_{h1} + \Delta v_{h2}) / v_{h1}$; 说明竹节倍率取决于 2 个后罗拉速度的变化。在纺制细节 t_1 时间内, $\Delta\rho_y = 0$, 细节线密度为 $v_{h2}\rho_2/v_q$ 或 $v_{h1}\rho_1/v_q$, 细节长度为 $l_x = v_q t_1$; 在纺制粗节 t_2 时间内, $\Delta\rho_y \neq 0$, 粗节线密度为 $(v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h2}\rho_2) / v_q$, 粗节长度 $l_c = v_q t_2$ 。当 2 个后罗拉分别喂入 2 根不同色彩的粗纱 1 和粗纱 2 时, 2 种色彩在粗节部分的混纺比为 $v_{h1}\rho_1 : v_{h2}\rho_2$ 。

3) 粗纱 1、粗纱 2 同步变速喂入。此时:

$$\rho_y(t) = (v_{h2}\rho_2 + v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h2}\rho_2) / v_q \quad (11)$$

如果 $\rho_1 = \rho_2$, 则竹节倍率 $\sigma = 1 + (\Delta v_{h1} + \Delta v_{h2}) / (v_{h1} + v_{h2})$ 。说明竹节倍率取决于 2 个后罗拉的速度变化。在纺制细节 t_1 时间内, $\Delta\rho_y = 0$, 细节线密度为 $(v_{h2}\rho_2 + v_{h1}\rho_1) / v_q$, 细节长度 $l_x = v_q t_1$; 在纺制粗节 t_2 时间内, $\Delta\rho_y \neq 0$, 粗节线密度为 $(v_{h2}\rho_2 + v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h1}\rho_1 + \Delta v_{h2}\rho_2) / v_q$, 粗节长度 $l_c = v_q \times t_2$ 。当 2 个后罗拉分别喂入 2 根不同色彩的粗纱 1 和粗纱 2 时, 2 种色彩在粗节部分的混纺比为 $(\Delta v_{h1} + v_{h1})\rho_1 : (\Delta v_{h2} + v_{h2})\rho_2$ 。

2.5 三通道后罗拉喂入式竹节纱装置

图 5 示出三通道后罗拉式机构组成。该竹节纱装置采用 3 个组合式后罗拉和单列皮圈, 3 个后罗拉相互独立运动, 对喂入的 3 根粗纱实施耦合牵伸, 纺制混纺比与线密度在线变化的纱线。通过调控混纺比与线密度的变化实现纱线粗细及色彩的变化, 纺制竹节纱。

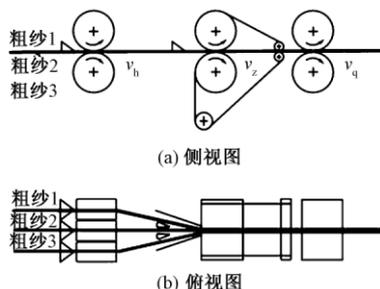


图 5 三通道后罗拉喂入竹节纱装置

Fig.5 Slub yarn device for rovings fed from back rollers in three channels. (a) Side view; (b) Elevation view

三通道数码纺有 4 种纺制竹节纱的方式: 1) 粗纱 2 连续喂入, 粗纱 1、粗纱 3 异步间歇喂入, 形成细节部分为单一组分、粗节部分为双组分的竹节纱; 2) 粗纱 2 连续喂入, 粗纱 1、粗纱 3 同步间歇式喂入, 形成细节部分为单一组分、粗节部分为三组分的竹节纱; 3) 粗纱 1、粗纱 3 连续喂入, 粗纱 2 间歇喂入, 形成细节部分为双组分、粗节部分为三组分的竹节纱; 4) 粗纱 1、粗纱 2、粗纱 3 同步变速喂入, 形成粗节部分均为三组分的竹节纱。

3 不同竹节纱装置纺制品种对比

为对比不同竹节纱装置的纺纱特点, 设竹节纱细节线密度为 a , 粗节线密度为 ka , 细节长度为 l_1 , 粗节长度为 l_2 , 由不同色彩(或原料)构成的粗纱 1 与粗纱 2 及粗纱 3 分别用 M_1 、 M_2 、 M_3 表示, 3 种粗纱的混纺比为 $K_i (i = 1, 2, 3)$, 则各装置以不同方式纺制的竹节纱种类如表 1 所示。

表 1 不同纺制方式的竹节纱参数

Tab.1 Slub yarn parameters of different spinning methods

装置	纺制方式	线密度+长度+混纺比(原料)	
		细节	粗节
单通道后喂入	罗拉瞬时变速	$a + l_1 (M_1)$	$ka + l_2 (M_1)$
单通道中后喂入	通道 1 匀速喂入, 通道 2 间歇喂入	$a + l_1 (M_2)$	$ka + l_2 (M_2 + M_1)$
双通道中后喂入	1 个通道连续喂入, 另 1 个通道间歇喂入	$a + l_1 (M_2), a + l_1 (M_1)$	$ka + l_2 + K_i (M_2 + M_1)$
	1 个通道连续喂入, 另 1 个通道间歇喂入	$a + l_1 (M_2), a + l_1 (M_1)$	$ka + l_2 + K_i (M_2 + M_1)$
双通道后喂入	2 个通道连续喂入	$a + l_1 + K_i (M_2 + M_1)$	$ka + l_2 + K_i (M_2 + M_1)$
	1 个通道连续喂入, 另 2 个通道异步间歇喂入	$a + l_1 (M_2)$	$ka + l_2 + K_i (M_2 + M_3)$
	1 个通道连续喂入, 另 2 个通道同步间歇喂入	$a + l_1 (M_2)$	$ka + l_2 + K_i (M_2 + M_1 + M_3)$
三通道后喂入	1 个通道间歇喂入, 另 2 个通道连续喂入	$a + l_1 + K_i (M_3 + M_1)$	$ka + l_2 + K_i (M_2 + M_1 + M_3)$
	3 个通道连续喂入	$a + l_1 + K_i (M_2 + M_1 + M_3)$	$ka + l_2 + K_i (M_2 + M_1 + M_3)$

4 多彩竹节纱的设计及其制备

原料为精梳长绒棉, 粗纱颜色分别为红色、黄色和蓝色, 粗纱定量为 $5.0 \text{ g}/(10 \text{ m})$, 纺纱设备为江南大学与经纬股份榆次分公司联合研制的 JWF1551 三通道环锭数码细纱机。

图 6 示出 4 种配色彩节竹节纱外观。细节段为黄色, 彩节 1 纱线颜色配比为 $m(\text{红}) : m(\text{黄}) = 50 : 50$, 彩节 2 的配比为 $m(\text{蓝}) : m(\text{黄}) = 50 : 50$, 彩节 3 的配比为 $m(\text{红}) : m(\text{黄}) : m(\text{蓝}) = 20 : 40 : 40$, 彩节 4 的配比为 $m(\text{红}) : m(\text{蓝}) = 50 : 50$ 。设细节线密度为 19.4 tex , 竹节倍率为 2, 粗节间距为 18.8 cm , 粗节长度为 6.3 cm , 捻系数为 340, 锭速为 $6000 \text{ r}/\text{min}$ 。纺纱工艺如表 2 所示。



图 6 4 种配色彩节竹节纱示意图

Fig.6 Four-color section of slub yarn

表 2 三通道环锭数码细纱机纺制 4 种彩节竹节纱实验参数

Tab. 2 Four-color slub yarn parameters by three-channel spinning

分段	竹节排列	线密度/ tex	总牵伸倍数			片段长度/ cm
			红色	黄色	蓝色	
1	基纱	19.43	—	25.8	—	18.8
2	彩节 1	38.86	25.8	25.8	—	6.3
3	基纱	19.43	—	25.8	—	18.8
4	彩节 2	38.86	—	25.8	25.8	6.3
5	基纱	19.43	—	25.8	—	18.8
6	彩节 3	38.86	64.3	32.2	32.2	6.3
7	基纱	19.43	—	25.8	—	18.8
8	彩节 4	38.86	25.8	—	25.8	6.3

用 VHX-5000 数码显微镜在 100 倍的放大倍数下观测 4 种配色彩节纱的外观结构,并将竹节纱 1 个完整周期内的细节部分和 4 种配色彩节部分罗列于图 7(a) 中。将上述纱线在 HC21K 系列染色试验编织机上进行编织,并用 CanoScan 9000F Mark II 电子扫描仪扫描针织物布面,结果如图 7(b) 所示。

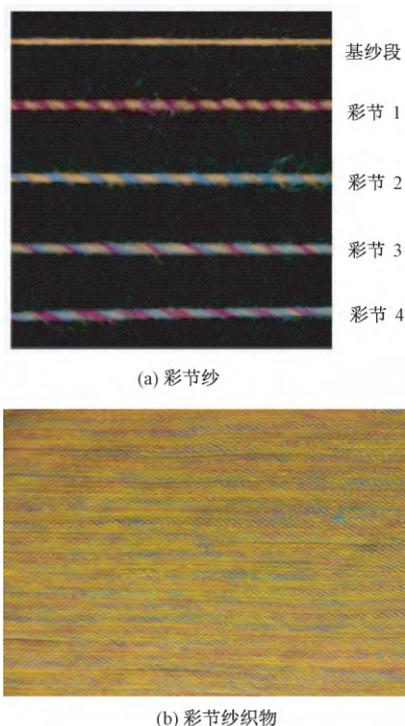


图 7 4 种配色彩节竹节纱及织物

Fig.7 Four-colored slub yarn and fabric. (a) Colored slub yarn; (b) Fabric of colored slub yarn

5 结 论

本文分析列举了 5 种竹节纱纺纱装置的组成及成纱特点: 单通道后喂入方式仅能纺制由一种组分构成的竹节纱; 单通道中后喂入方式能纺制由 2 种组分构成的竹节纱,但粗细节组分不能切换; 双通道中、后喂入纺制方式能纺制由 2 种组分构成的竹节纱且粗节和细节的组分可以切换; 双通道后喂入方式能纺制由 2 种组分构成的竹节纱,不但粗节和细节的组分可以切换,还可以精准控制 2 种组分的混纺比; 三通道后喂入方式能纺制由 3 种组分构成的竹节纱,不但粗节和细节的组分可以切换,还可以精准控制 3 种组分的混纺比。由此可认为,采用多通道后罗拉喂入式数码纺纱装置纺制彩节纱,由于可方便地调控成纱线密度与混纺比,能更敏捷适应竹节纱多品种、小批量、快反应的市场变化,在竹节纱

品种开发方面具有巨大优势。

FZXB

参考文献:

- [1] RAY N C , MUKHOPADHYAY A , MIDHA V K. Response of slub characteristics on tensile properties of injected slub yarn [J]. Journal of The Institution of Engineers (India) : Series E , 2016 , 97(1) : 47-53.
- [2] 张梅. 微机控制环锭纺竹节纱生产的优化设计与产品性能分析[D]. 天津: 天津工业大学, 2002: 1-2. ZHANG Mei. Optimization design and product performance analysis of ring spinning slub yarn controlled by computer [D]. Tianjin: Tianjin Polytechnic University , 2002: 1-2.
- [3] 薛元,高卫东,杨瑞华. 三通道数码纺纱: 纱线的柔性数字化加工技术[J]. 纺织导报, 2017(8) : 46-50. XUE Yuan , GAO Weidong , YANG Ruihua. Three - channel digitalized spinning: a flexible digital technology for yarn production [J]. China Textile Leader , 2017(8) : 46-50.
- [4] 张宏,谢春萍,张君昀,等. 段彩竹节纱纺制工艺探讨[J]. 棉纺织技术, 2012(3) : 15-18. ZHANG Hong , XIE Chunping , ZHANG Junyun , et al. Discussion of spinning section - color slub yarn [J]. Cotton Textile Technology , 2012(3) : 15-18.
- [5] 唐昕. 当前国内花式纱线的发展态势及特点[J]. 纺织服装周刊, 2008(4) : 35. TANG Xin. Current situation and characteristics of fancy yarn in China [J]. Textile Apparel Weekly , 2008(4) : 35.
- [6] 马建辉,孟进,俞勤节,等. 纺纱机的喂入及牵伸机构: 01126398. 9 [P]. 2001-08-03. MA Jianhui , MENG Jin , YU Qinjie , et al. Feeding and drafting device of spinning machine: 01126398. 9 [P]. 2001-08-03.
- [7] 槌田大辅. 纺纱机的牵伸装置: 201480019063.X [P]. 2014-08-25. DAISY Daisaku. Drafting device of spinning machine: 201480019063.X [P]. 2014-08-25.
- [8] 高卫东,郭明瑞,薛元,等. 基于环锭纺的数码纺纱方法[J]. 纺织学报, 2016 , 37(7) : 44-48. GAO Weidong , GUO Mingrui , XUE Yuan , et al. Digital spinning method developed from ring spinning [J]. Journal of Textile Research , 2016 , 37(7) : 44-48.
- [9] 薛元,高卫东,杨瑞华,等. 三组份异步二级牵伸纺制多彩竹节纱的方法及装置: 201510140910. 4 [P]. 2015-06-17. XUE Yuan , GAO Weidong , YANG Ruihua , et al. The method and device of three different secondary draft to spinning colorful slub yarn: 201510140910. 4 [P]. 2015-06-17.

(下转第 48 页)

