

毛纺段彩竹节纱的工艺设计及产品开发

韩晨晨^{1,2}, 陈丽芬², 高卫东¹, 刘丽艳², 查神爱²

(1. 江南大学 生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江苏阳光集团, 江苏 无锡 214426)

摘要:针对毛纺段彩竹节纱线品种适纺性的问题,以 $m(8.83 \text{ tex 澳洲羊毛}):m(2.22 \text{ dtex 涤纶})=3:1$ 的混纺粗纱为主纱, $m(1.67 \text{ dtex 粘胶短纤}):m(1.67 \text{ dtex 阳离子碱性涤纶短纤})=1:1$ 的混纺粗纱为辅纱,对半精纺细纱机 DTM129 进行智能化改造,利用 CCZ-VII 伺服系统花式纱装置分别控制细纱机中、后罗拉的运转速度,实现半精纺毛纺纱线竹节和段彩的花式效果。基于该生产装置,通过优化设计纱线平均纱支、基纱纱支、捻度、竹节倍率、节长、节距以及段彩长度等规格参数,使毛纺段彩竹节花式纱的品种增多,布面风格多样化。

关键词: 半精毛纺纱;段彩竹节纱;花式纱装置;工艺设计;产品开发

中图分类号: TS 106.41; TS 131.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2018)05-0377-05

Process Design and Product Development of Wool Segment-Color Slub Yarn

HAN Chenchen^{1,2}, CHEN Lifan², GAO Weidong¹, LIU Liyan², ZHA Shen'ái²

(1. Key Laboratory of Eco-Textiles, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jiangsu Sunshine Group, Wuxi 214426, China)

Abstract: In order to solve the problem of suitable spinnability of wool segment-color slub yarn, the main yarn is blended as $m(\text{Australian wool of } 8.83 \text{ tex}):m(\text{polyester of } 2.22 \text{ dtex})=3:1$, and the auxiliary yarn is blended as $m(\text{viscose of } 1.67 \text{ dtex}):m(\text{cationic alkaline polyester of } 1.67 \text{ dtex})=1:1$. The semi-worsted spinning machine DTM129 is intelligently transformed and CCZ-VII fancy yarn production device controlled by servo system is installed. The spinning speeds of the middle and rear rollers of the spinning frame can be separately controlled to achieve the fancy effect of the wool semi-worsted segment-color slub yarn. Based on this production device, the variety of segment-color slub yarn could be enriched and the cloth could present the style of diversification, by optimizing the design of average yarn count, basic yarn count, yarn twist, slub length, slub pitch and segment-color length, etc.

Key words: wool semi-worsted spun yarn, segment-color slub yarn, fancy yarn production device, process design, product development

段彩竹节纱是花式纱的一种,外形呈现细度、颜色沿轴向有规律或无规律变化的花式效果。它结构独特新颖,色彩多样,材质多以棉、麻、化纤为主,既可用于机织物,又能用于针织物和装饰物等,具有较强的市场竞争力。当前,低成本优势消失,发达国家制造业回流,双重压力迫使传统制造业必须加快朝着高端先进制造业的方向转型升级,如以

羊毛为主要原料的产品急需对其品种丰富度、品质满意度注入更多的休闲元素和个性化风格^[1]。从1970年开始,国内外相关学者开始研究传统环锭纺细纱机改造以实现段彩竹节纱线的纺制,如直流伺服电机和交流伺服电机等附加花式纱专用控制装置,牵引磁铁、电磁离合器、牵伸罗拉速度切换等竹节纱纺纱装置和方法^[2-3]。但是这些方法主要适纺

收稿日期:2018-06-08; 修订日期:2018-07-16。

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFB0309200);中央高校基本科研业务费专项资金项目(JUSRP11801);江苏省博士后科研资助计划项目(2018K019A);江苏高校品牌专业建设工程资助项目(PPY2015B147);江苏高校优势学科建设工程资助项目([2014]37号)。

作者简介:韩晨晨(1988—),女,助理研究员,博士。主要研究方向为新型纺织加工技术的应用。Email:hcc@jiangnan.edu.cn

于棉和化纤原料,对于以毛纤维为原料的纱线品种适纺性存在的问题,不利于灵活更换纱线品种,在纺纱的过程中容易出现断头,控制精度较低,成纱性能存在较大波动。因此,文中通过对半精纺细纱机 DTM129 进行智能化改造,加装 CCZ-VII 伺服系统花式纱装置,通过优化设计纱线平均纱支、基纱纱支、捻度、竹节倍率、节长、节距以及段彩长度等参数,实现半精纺毛纺花式纱线的高效、高品质生产。基于此类纱线的布面亦或呈现规律性或随机性水流状波纹,亦或呈现颗粒饱满、凹凸明显、色泽柔和、层次丰富的多样化风格,用于冬季衬衫、大衣,深受消费者喜爱。

1 半精毛纺段彩竹节纱生产技术与设备系统

1.1 技术原理

段彩竹节纱成纱效果为沿纱线轴向在细度、颜色上呈随机或规律性变化。半精纺主要用于国产短羊毛加工,称为短毛纺纱新工艺。段彩竹节与半精毛纺相结合的成纱工艺让花式纱线无论在材质、色彩还是形式上都具有独特的风格。文中在半精纺 DTM129 细纱机的基础上,加装 CCZ-VII 伺服系统花式纱装置,控制细纱机的前、中、后罗拉完全独立传动。前罗拉由细纱机主机带动,在捻度和主轴速度一定的前提下,前罗拉恒速运转,以前罗拉的转速为基准速度,主纱从中罗拉连续喂入细纱机,中罗拉运转恒速时主纱是平纱,变速时主纱会产生竹节;辅纱从后罗拉间断喂入细纱机,根据产品规格设计要求,通过后罗拉随机或有规律地间歇转动实现纱线的段彩效果^[4-5],段彩竹节纱纺制原理如图 1 所示。

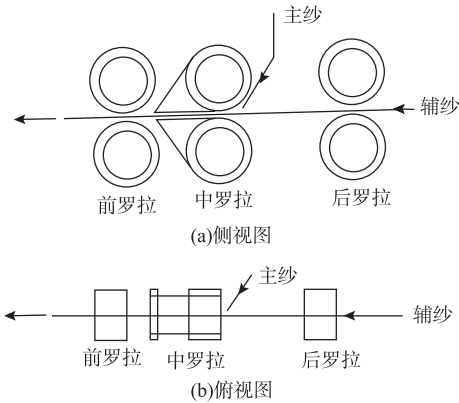


图 1 毛纺段彩竹节纱纺制原理

Fig. 1 Diagram of spinning process of wool segment-color slub yarn

1.2 设备改造

对 DTM129 型半精纺细纱机进行技术改造,将粗纱架容量扩大一倍,能同时喂入主纱与辅纱。加装的 CCZ-VII 伺服系统花式纱装置采用伺服电机的高精度定位控制方式,主要由一台控制器实现对一台细纱机的控制,后罗拉经动力选择切换装置转换为伺服电机传动,由两台伺服电机分别传动细纱机的中、后罗拉,细纱机设备改造后的传动装置示意图如图 2 所示。纺制半精毛纺段彩竹节纱时,通过在简洁明了的用户界面上输入纺纱工艺参数,设置不同的纱线平均纱支、基纱纱支、捻度、竹节倍率、节长、节距以及段彩长度等规格参数,控制面板接收到相关指令,由 PLC 转换为变频信号对伺服电机进行调控,伺服电机对相应中、后罗拉在特定时刻的转速分别进行调速,可实现随机或有规律的段彩、竹节效果。根据来样或设计的需求,精准地进行变速设置,伺服电机的控制准确度和精确度由整个闭环生产系统各环节的相互响应时间决定,能够很好地满足高品质毛纺段彩竹节纱的数字设定要求和生产需求,是较为完善的毛纺花式纱生产系统^[6-7]。

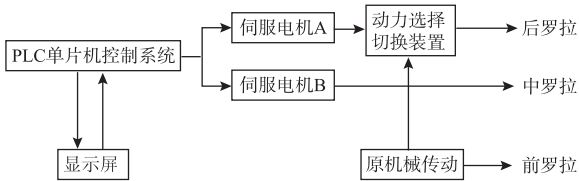


图 2 半精毛纺花式传动控制系统

Fig. 2 Semi-worsted fancy transmission control system

2 半精毛纺段彩竹节纱工艺设计

2.1 工艺计算

毛纺段彩竹节纱结构如图 3 所示。

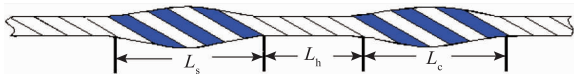


图 3 毛纺段彩竹节纱结构

Fig. 3 Segment-color slub yarn structure of wool

毛纺段彩竹节纱的竹节与段彩花式效果沿纱线轴向同步变化。在形成纱线基纱结构过程中,定义中罗拉喂入的主纱线密度为 ρ_1 ,中罗拉的表面线速度为 v_1 ,前罗拉的表面线速度为 v ,则基纱线密度

$$\rho_y = \frac{v_1}{v_3} \cdot \rho_1 \tag{1}$$

前区牵伸倍数

$$E_y = \frac{v_3}{v_1} \tag{2}$$

在形成纱线段彩竹节结构的过程中,定义后罗拉喂入的辅纱线密度为 ρ_2 ,后罗拉的表面线速度为 v_2 ,中罗拉的表面线速度的增量为 Δv_1 ,则竹节段对应的中罗拉表面速度为 $v_1 + \Delta v_1$,竹节波动线密度

$$\Delta\rho_y = \frac{\Delta v_1}{v_3} \cdot \rho_1 + \frac{v_2}{v_3} \cdot \rho_2 \tag{3}$$

竹节的线密度

$$\rho_{yc} = \rho_y + \Delta\rho_y = \frac{v_1 + \Delta v_1}{v_3} \cdot \rho_1 + \frac{v_2}{v_3} \cdot \rho_2 \tag{4}$$

前区牵伸倍数

$$E_{yc} = \frac{v_3}{v_1 + \Delta v_1} \tag{5}$$

总牵伸倍数

$$E_s = \frac{v_3}{v_2} \tag{6}$$

设竹节倍率为 X (竹节线密度与基纱线密度的比值),则可得

$$X = \frac{\rho_{yc}}{\rho_y} \tag{7}$$

设一个段彩竹节波动循环过程中,中罗拉以表面线速度 v_1 运行时间 t_h ,以表面速度 $v_1 + \Delta v_1$ 运行时间 t_c ,则可得竹节节距(相邻两竹节中心点之间的距离)

$$L_h = v_1 \cdot t_h \tag{8}$$

竹节节长(长度从基准线密度增大开始计算,到基准线密度恢复到初始值结束)

$$L_c = (v_1 + \Delta v_1) \cdot t_c \tag{9}$$

节长节距比

$$R = \frac{L_c}{L_h} \tag{10}$$

因竹节与段彩同步,后罗拉以表面线速度 v_2 运行时间 t_s ,则可得段彩长(长度从辅纱色彩出现开始计算,到辅纱色彩消失结束)

$$L_s = v_2 \cdot t_s \tag{11}$$

辅纱长

$$L_c = L_s \tag{12}$$

2.2 工艺特点

文中开发半精毛纺段彩竹节纱产品以 $m(8.83\text{ tex 澳洲羊毛}):m(2.22\text{ dtex 涤纶}) = 3:1$ 的混纺粗纱为主纱, $m(1.67\text{ dtex 粘胶短纤}):m(1.67\text{ dtex 阳离子碱性涤纶短纤}) = 1:1$ 的混纺粗纱为辅纱。由于原料以羊毛纤维为主,纤维主体长度较长,若竹节纱设计的最小节长和节距小于纤维主体长度,即 50 mm 以下时,成纱过程中毛纤维易产生拖尾现象,导致节长和节距被拉长,节粗被拉细等问题,从而影响竹节纱的成纱质量和外观效果。故毛纺段彩竹节纱设计的最小节长和节距应在 50 mm 以上。竹节倍率设计范围为 $2 \sim 3$ 。竹节纱加捻时因竹节处捻距较大,捻度不易传递,造成基纱与竹节过渡区域捻度分布集中而偏大,而竹节处捻度分布稀疏,纤维间抱合力较低,形成纱线弱环,在后续织造过程中易造成断头,因此纱线捻度设计一般会比普通纱捻度高 $10\% \sim 15\%$ 左右,但不超过基纱处临界捻度。半精毛纺段彩竹节纱规格参数设计实例见表1。

表 1 半精毛纺段彩竹节纱规格

Tab.1 Specifications of semi-worsted wool with segment-color slub yarn

序 号	纱线平均 纱支/tex	基纱 纱支/tex	捻度/ (捻/m)	竹节倍率	节长/ mm	节距/ mm	段彩长 度/mm
1	40.0	33.0	550	2	50	300	50
2	28.0	25.0	750	2	70	150	70
3	27.0	20.0	850	3	70	200	70
4	27.0	20.0	850	2	70	150	70
5	15.5	12.5	900	3	50	250	50

细纱质量的好坏,取决于牵伸、加捻等工艺参数是否合理。根据羊毛纤维的性能特点,选择较小罗拉钳口隔距,并在细纱前区中罗拉加装集合器,缩小浮游区长度,有利于控制羊毛纤维。总牵伸倍数决定了段彩竹节纱的基纱线密度,通常设 $20 < \text{总牵伸倍数} < \text{传动比}$ 。细纱机前罗拉转速比普通纱偏低 $10\% \sim 30\%$,最高速度 $< 200\text{ r/min}$ 。伺服电机最高速度 $\leq 1\,800\text{ r/min}$,纺基纱时伺服电机最低速度 $\geq 100\text{ r/min}$ 。在生产过程中需严格控制车间温

度及湿度,前纺湿度 $75\% \sim 85\%$,细纱湿度 $70\% \sim 80\%$,络筒湿度 $65\% \sim 75\%$,确保纺制过程中竹节纱的顺利进行和成纱质量^[7-8]。将所设计的规格参数(如纱线平均纱支、基纱纱支、捻度、竹节倍率、节长、节距以及段彩长度等)通过智能装置的电脑控制面板输入控制系统,并根据竹节纱纱线线密度计算总牵伸倍数,确定捻度、钢丝圈、隔距块、齿轮传动比、牵伸工艺和络筒工艺等。实时监控生产过程中有无断头、有无牵伸不开等情况,值车工在换纱

或接头的过程中,要快速、沉稳、精准,防止因操作
触碰造成粗纱断头^[9-10]。

半精毛纺段彩竹节纱纺纱工艺参数设置实例
见表 2。

表 2 半精毛纺段彩竹节纱纺纱工艺参数

Tab.2 Spinning parameters of semi-worsted wool with segment-color slub yarn						
序 号	基纱前区 牵伸倍数	段彩竹节前区 牵伸倍数	段彩竹节 总牵伸倍数	竹节喂入 时间/s	辅纱喂入 时间/s	锭速/ (r/min)
1	18.4	9.2	15.2	0.5	0.5	8 000
2	24.3	12.1	21.7	0.7	0.7	6 000
3	30.4	10.1	22.5	0.7	0.7	6 000
4	30.4	15.2	22.5	0.7	0.7	6 000
5	48.6	16.2	39.2	0.5	0.5	5 000

3 半精毛纺段彩竹节产品开发

3.1 花式纱线产品

根据段彩竹节纱的纺纱技术原理和成纱工艺特点,结合现已成熟的 PLC 数控技术,文中对国产半精毛纺细纱机进行了智能化改造。采用伺服电机的高精度定位控制细纱机的前、中、后罗拉完全独立传动,实现同步调节段彩与竹节效果。通过各工序的工艺优选,可把握好纱线外观形式批量正常生产并开发出多种段彩竹节花式纱线产品,纱线样品如图 4 所示。经检测,半精毛纺段彩竹节花式纱线的断裂强度与强力离散等成纱性能指标均达到了国家一等品指标^[11],能够完全满足梭织品种正常织造的要求。由图 4 可以看出,这些段彩竹节花式纱线产品汇集流行色彩,组合丰富,竹节结构形态变化多样,段彩与竹节结构可自由组合,品种繁多,风格多变,或呈流水状,或呈渐变状,或呈满天繁星,或呈孤星望月。

3.2 花式面料产品

段彩竹节纱是改变传统纱线结构和外观的一种新型纱线,加之原料的变化、颜色的搭配、竹节结

构的循环,制得的纱线具有段染、竹节的效果。半精毛纺段彩竹节纱所带来的大量不同色彩和构型效果的纱线品种,为后道的毛纺面料及服装加工提供了一个更为宽广的舞台。此系列纱线具有较丰富的外观和色彩,目前已被广泛应用于下游的针织、机织、梭织面料。竹节花呢设计时可根据市场需求和流行趋势,把握好纱线外观形式、色彩搭配,合理选用原料及设计织物组织等工艺,充分展现竹节花式面料的特色。文中开发的毛纺段彩竹节纱织物的规格见表 4,具体实例如图 5 所示。

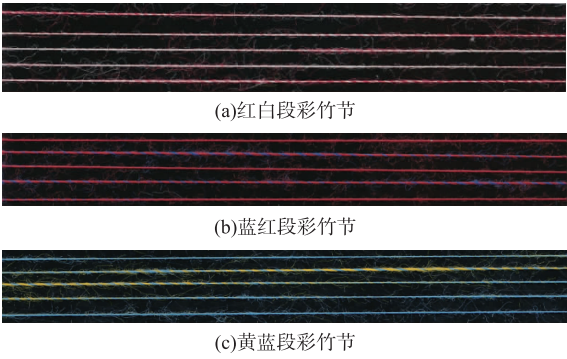


图 4 半精毛纺段彩竹节纱线样品

Fig.4 Sample of semi-worsted wool with segment-color slub yarn

表 4 毛纺段彩竹节纱织物规格

Tab.4 Specifications of wool fabric with segment-color slub						
经密/ (根/dm)	纬密/ (根/dm)	经纱排列	纬纱排列	面密度/ (g/m ²)	厚度/ mm	幅宽/ cm
340	345	1 段彩竹节纱 1 平纱	1 段彩竹节纱 1 平纱	178.6	0.48	154

由图 5(a)可以看出,竹节较细,颗粒凸纹不太突出的半精毛纺段彩竹节纱线面料色泽柔和,由该股线生产的西服面料显示出隐条的风格,质地丰厚、手感丰满、保暖性强,风格独特。此类产品深受广大客户的青睐,为企业带来了较好的市场效益和经济效益。图 5(b)中短片段及中长片段的半精毛

纺段彩竹节纱线面料,颗粒丰满、层次感强,可用于冬季衬衫面料开发,具有类似仿麻的效果。图 5(c)中竹节较粗,颗粒凸纹饱满、粗犷的半精毛纺竹节纱线面料,可用于高档家纺面料的开发。图 5(d)中竹节较粗,凸纹饱满、规律的半精毛纺竹节纱线面料,可用于装饰墙布面料的开发。

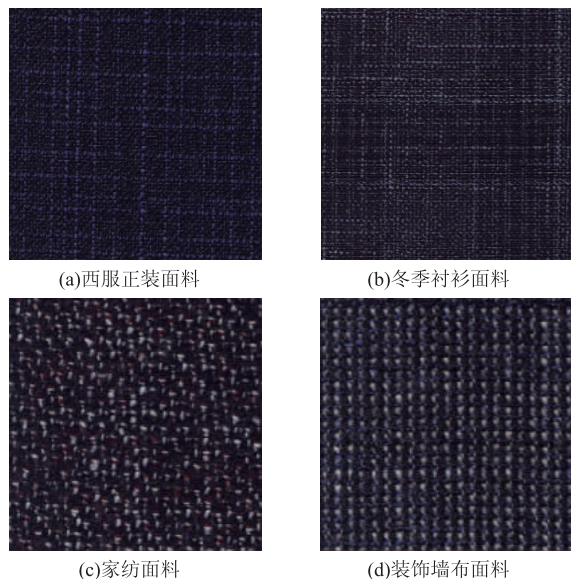


图5 毛纺段彩竹节花式面料

Fig. 5 Wool fabric with segment-color slub

4 结 语

文中对国产半精纺细纱机 DTM129 进行智能化改造,通过加装 CCZ-VII 伺服系统花式纱装置,设计开发半精毛纺段彩竹节纱。分别控制细纱机中、后罗拉的运转速度,同步调节前、后牵伸倍数,实现段彩与竹节效果,既可轻松完成纱线横截面内不同色彩纤维的组合,又可形成纱线长度方向上的等节距或不等节距的竹节式粗节结构。将该段彩竹节纱应用于毛纺工艺中,能够进一步提升段彩竹节纱线品质,在色彩和形式上为毛纺纱线产品注入新的活力,丰富段彩竹节纱织物色彩风格。

参考文献:

- [1] 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. (in Chinese)
- [2] 薛元,高卫东,杨瑞华,等. 双组份异同步二级牵伸纺制多彩竹节纱的方法及装置:201510140954.7[P]. 2015-03-27.
- [3] 张洪,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, 40(3): 15-18.
ZHANG Hong, XIE Chunping, ZHANG Junyun, et al. Discussion of spinning section-color slub yarn[J]. Cotton Textile Technology, 2012, 40(3): 15-18. (in Chinese)
- [4] 马芹,刘学锋. 竹节纱结构性能测试与分析[J]. 河南

- 工程学院学报(自然科学版), 2012, 24(2): 1-3.
- MA Qin, LIU Xuefeng, Test and analysis of structure and performances of slub yarns[J]. Journal of Henan University of Engineering (Natural Science Edition), 2012, 24(2): 1-3. (in Chinese)
- [5] 卢雨正. 竹节纱织物竹节分布均匀性评价方法[J]. 丝绸, 2012, 49(4): 33-36.
LU Yuzheng. Evaluation method for the slub distribution evenness in the slubby yarn fabric [J]. Journal of Silk, 2012, 49(4): 33-36. (in Chinese)
- [6] 练军,王晓丽,徐伯俊. 基于环锭细纱机改造的竹节纱竹节长度的确定[J]. 纺织学报, 2011, 32(10): 47-52.
LIAN Jun, WANG Xiaoli, XU Bojun. Determination of slub length of slub yarns based on transformation of ring bobbin [J]. Journal of Textile Research, 2011, 32(10): 47-52. (in Chinese)
- [7] 洪昌义. 14.8 tex 粘纤针织竹节纱的开发实践[J]. 现代纺织技术, 2013, 21(4): 45-47.
HONG Changyi. Development practice of 14.8 tex viscose knitted slub yarn [J]. Advanced Textile Technology, 2013, 21(4): 45-47. (in Chinese)
- [8] 沈娟,徐伯俊,谢春萍,等. 紧密纺段彩竹节纱的纺制与性能分析[J]. 棉纺织技术, 2012, 40(6): 15-18.
SHEN Juan, XU Bojun, XIE Chunping, et al. Spinning and property analyses of compact spinning section-color slub yarn [J]. Cotton Textile Technology, 2012, 40(6): 15-18. (in Chinese)
- [9] 赵慧,叶静. 彩涤/棉纤维段彩纱的工艺研究[J]. 轻纺工业与技术, 2010, 39(4): 5-6, 21.
ZHAO Hui, YE Jing. Study on the process of section-color yarn of color polyester/cotton fiber [J]. Light and Textile Industry and Technology, 2010, 39(4): 5-6, 21. (in Chinese)
- [10] 李秀华,田秀凤,张美玲,等. 段彩仿毛织物的开发实践[J]. 现代纺织技术, 2004, 12(5): 21-24.
LI Xiuhua, TIAN Xiufeng, ZHANG Meiling, et al. Development of wool-like fabric with section-color [J]. Advanced Textile Technology, 2004, 12(5): 21-24. (in Chinese)
- [11] 王庆林,马玉堂,李世东. 花式纱线在毛纺新产品中的应用与发展[J]. 上海纺织科技, 2005, 33(3): 27-29.
WANG Qinglin, MA Yutang, LI Shidong. Application of fancy yarn in woolen products and its prospect [J]. Shanghai Textile Science and Technology, 2005, 33(3): 27-29. (in Chinese)

(责任编辑:邢宝妹)