

DOI: 10.19333/j.mfkj.2018040040105

# 自循环多片段转杯纺混色纯毛纱生产方法及其面料特征

杨瑞华, 徐亚亚, 邓茜茜, 薛元, 韩晨晨, 高卫东

(生态纺织教育部重点实验室(江南大学), 江苏无锡 214122)

**摘要:** 提出了多色纯毛纱混色配比和线密度的在线调控方法, 在三通道转杯纺纱机上实现在 PLC 控制系统驱动下各给棉罗拉速度按照纺纱工艺要求实时变动, 通过控制 3 类纤维条的喂给速度, 实现自循环多片段转杯纺混色纯毛纱的生产, 优化了纺纱工艺, 纺制出不同颜色的多片段渐变色毛纱、段彩毛纱和彩节毛纱, 并对纱线性能及其针织面料风格特征进行分析。单根纱线上色彩的自由转换, 为通过毛衫整体图案与织物组织结构的互换设计, 实现毛衫的一体化快速设计与生产提供了有效方法。

**关键词:** 三通道转杯纺; 渐变毛纱; 段彩毛纱; 彩节毛纱

中图分类号: TS 134.7 文献标志码: A

## Spinning method and fabric characteristics of self-circulating multi-section rotor spinning color-blended pure wool yarn

YANG Ruihua, XU Yaya, DENG Qianqian, XUE Yuan, HAN Chenchen, GAO Weidong

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

**Abstract:** By controlling the feeding amount and feeding ratio of the three feeding rollers with Program Logical Control system under the requirements of yarn spinning parameters, it was possible to dynamically configure the final yarn density of the rotor spinning and the blending ratio of three components to produce multi-segment gradient yarns, segment-color yarn, and segment-color slub yarn. The spinning parameters were optimized. Yarn properties and knitting fabric characteristics were analyzed. The free conversion of the color on the single yarn realized the integrated rapid design and production of the sweater by the mutual design of the overall pattern of the sweater and the structure of the fabric.

**Keywords:** three-channel rotor spun; multi-segment gradient yarns; segment-color yarn; segment-color slub yarn

随着生活水平的提高,人们对服用面料的性能与风格提出了越来越高的要求,作为高档服用面料的毛纺织品也面临着更新换代的挑战<sup>[1-3]</sup>。

图案是人们选择毛衫的重要因素,其在毛衫廓形上的整体式应用是现代毛衫发展方向,整体图案通过不同颜色毛线的交织而实现,复杂的图案设计繁琐,织造工艺冗长<sup>[4-6]</sup>。

转杯纺是市场份额仅次于环锭纺的第二大纺纱方法,具有生产效率高和工艺流程短等优点,近年在转杯纺高速化、纱筒大卷装化、适纺支数扩大化等方面获得了很大的进步。三通道转杯纺可以生产自循环多片段不同颜色的转杯纺毛纱,即可以重复循环一个周期内包含不同色彩的多个片段,通过毛衫整体图案与织物组织结构的互换设计,实现毛衫的一体化快速设计与生产<sup>[7-9]</sup>。本文主要介绍自循环多片段三通道转杯纺混色毛纱的

收稿日期: 2018-04-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(51403085); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(JUSRP51631A); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(JUSRP11801); 江苏省自然科学基金面上项目(BK20181350); 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(苏政办发[2014]37号)

第一作者简介: 杨瑞华, 副教授, 博士, 主要研究方向为纺织技术, E-mail: yangrh@jiangnan.edu.cn。

生产方法与产品特征。

### 1 三通道转杯纺成纱方法

#### 1.1 控制系统

自循环多片段彩色转杯纺控制系统如图 1 所示。该系统主要包括 PLC 可编程控制器、伺服驱动器、伺服电动机等,驱动纺纱器的关键部件包括:给棉罗拉 1~3、分梳辊、转杯、卷绕罗拉和抽风机等,用于完成纺纱。上机前在触摸屏上输入纱线设计参数,包括粗纱在各时间段喂入速度、卷绕速度和转杯速度等,3 根粗纱分别喂入后,在 PLC 控制系统驱动下各罗拉速度按照纱线工艺要求实时变动,从而纺制出各种混色配比和线密度变化的自循环多片段转杯纱。

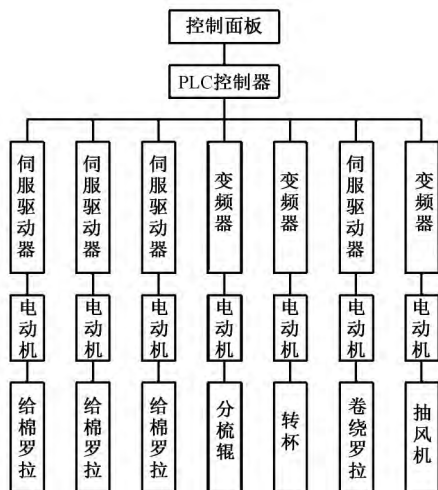


图 1 自循环多片段彩色转杯纺控制系统

#### 1.2 成纱机构

三通道转杯纺成纱流程示意图见图 2。3 根纤维条(组分、颜色可以相同也可以不同)经各自的给棉罗拉喂入分梳辊,经分梳将连续且紧密的纤维条分离成稀疏的纤维流,实现纤维的分离与取向,在纤维输送通道内的加速气流作用下被进一步分离成单纤维形态并进入转杯,在高速旋转转杯离心力的作用下,单纤维被逐根聚集到转杯底部的凝聚槽内,通过多层并合凝聚形成纤维束,经假捻盘的阻捻作用加捻形成纱线,并由引纱罗拉引出,卷绕成筒子纱<sup>[7]</sup>。

因此,三通道转杯纺改变了常规转杯纺喂入部分及其控制系统,从分梳辊到卷绕成筒子的纺纱机构没有发生变动,其成纱过程的混合、牵伸和加捻作用仍然是由高速旋转转杯完成<sup>[10]</sup>,其成纱结构及性能与常规转杯纺类似,但可以通过独立调节各给棉罗拉速度比值并使 3 个罗拉速度总和不变,实现成纱的混色比例及色彩的调控,且纺制出线密度变化

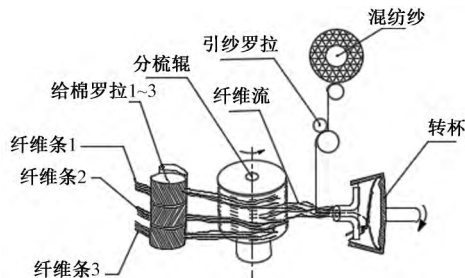


图 2 三通道转杯纺成纱流程示意图

的竹节纱,从而实现纱线柔性化生产,获得系列新型纱线。

### 2 自循环多片段彩色转杯纺纱线及其面料特征

在三通道转杯纺纱机上将红、黄、蓝 3 色澳毛(19.5 μm)半精纺粗纱,分别喂入各自独立的给棉罗拉,在线改变其喂入速度,纺制渐变色彩、段彩纱及彩节纱等花色纱,并在小圆机上试织。其中粗纱定量为 5.0 g/(10 m),细纱线密度 45.2 tex,转杯速度 25 000 r/min,分梳辊速度 3 500 r/min,纱线捻系数 400,织物横密 75 列/(5 cm),纵密 40 行/(5 cm)。

#### 2.1 配色及片段工艺参数

长片段渐变纱、短片段渐变纱、段彩纱、彩节纱工艺参数分别见表 1~4。

表 1 长片段渐变纱 1 工艺参数

红、黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s
	左	中	右	
10:0:0	2.378	0	0	15
8:2:0	1.902	0.466	0	15
6:4:0	1.427	0.932	0	15
4:6:0	0.951	1.398	0	15
2:8:0	0.476	1.864	0	15
0:10:0	0	2.330	0	15
0:8:2	0	1.864	0.479	15
0:6:4	0	1.398	0.957	15
0:4:6	0	0.932	1.436	15
0:2:8	0	0.466	1.914	15
0:0:10	0	0	2.393	15
0:2:8	0	0.466	1.914	15
0:4:6	0	0.932	1.436	15
0:6:4	0	1.398	0.957	15
0:8:2	0	1.864	0.479	15
0:10:0	0	2.330	0	15
2:8:0	0.476	1.864	0	15
4:6:0	0.951	1.398	0	15
6:4:0	1.427	0.932	0	15
8:2:0	1.902	0.466	0	15

表 2 长片段渐变纱 2 工艺参数

红、黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s	红、黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s
	左	中	右			左	中	右	
10:0:0	2.378	0	0	2	0:5:5	0	1.165	1.196	2
9:1:0	2.140	0.233	0	2	0:4:6	0	0.932	1.436	2
8:2:0	1.902	0.466	0	2	0:3:7	0	0.699	1.675	2
7:3:0	1.665	0.699	0	2	0:2:8	0	0.466	1.914	2
6:4:0	1.427	0.932	0	2	0:1:9	0	0.233	2.153	2
5:5:0	1.189	1.165	0	2	0:0:10	0	0	2.393	2
4:6:0	0.951	1.398	0	2	1:0:9	0.238	0	2.153	2
3:7:0	0.713	1.631	0	2	2:0:8	0.476	0	1.914	2
2:8:0	0.476	1.864	0	2	3:0:7	0.713	0	1.675	2
1:9:0	0.238	2.097	0	2	4:0:6	0.951	0	1.436	2
0:10:0	0	2.330	0	2	5:0:5	1.189	0	1.196	2
0:9:1	0	2.097	0.239	2	6:0:4	1.427	0	0.957	2
0:8:2	0	1.864	0.479	2	7:0:3	1.665	0	0.718	2
0:7:3	0	1.631	0.718	2	8:0:2	1.902	0	0.479	2
0:6:4	0	1.398	0.957	2	9:0:1	2.140	0	0.239	2

表 3 短片段渐变纱工艺参数

渐变纱 1					渐变纱 2					渐变纱 3				
红、黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s	红、黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s	红、黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s
	左	中	右			左	中	右			左	中	右	
10:0:0	2.378	0	0	2	0:10:0	0	2.330	0	2	10:0:0	2.378	0	0	15
9:1:0	2.140	0.233	0	2	0:9:1	0	2.097	0.239	2	8:2:0	1.902	0.466	0	15
8:2:0	1.902	0.466	0	2	0:8:2	0	1.864	0.479	2	6:4:0	1.427	0.932	0	15
7:3:0	1.665	0.699	0	2	0:7:3	0	1.631	0.718	2	4:6:0	0.951	1.398	0	15
6:4:0	1.427	0.932	0	2	0:6:4	0	1.398	0.957	2	2:8:0	0.476	1.864	0	15
5:5:0	1.189	1.165	0	2	0:5:5	0	1.165	1.196	2	0:10:0	0	2.330	0	15
4:6:0	0.951	1.398	0	2	0:4:6	0	0.932	1.436	2	0:8:2	0.476	1.864	0.479	15
3:7:0	0.713	1.631	0	2	0:3:7	0	0.699	1.675	2	0:6:4	0	1.398	0.957	15
2:8:0	0.476	1.864	0	2	0:2:8	0	0.466	1.914	2	0:4:6	0	0.932	1.436	15
1:9:0	0.238	2.097	0	2	0:1:9	0	0.233	2.153	2	0:2:8	0	0.466	1.914	15
0:10:0	0	2.330	0	2	0:0:10	0	0	2.393	2	0:0:10	0	0	2.393	15
1:9:0	0.238	2.097	0	2	0:1:9	0	0.233	2.153	2	0:2:8	0	0.466	1.914	15
2:8:0	0.476	1.864	0	2	0:2:8	0	0.466	1.914	2	0:4:6	0	0.932	1.436	15
3:7:0	0.713	1.631	0	2	0:3:7	0	0.699	1.675	2	0:6:4	0	1.398	0.957	15
4:6:0	0.951	1.398	0	2	0:4:6	0	0.932	1.436	2	0:8:2	0	1.864	0.479	15
5:5:0	1.189	1.165	0	2	0:5:5	0	1.165	1.196	2	0:10:0	0	2.330	0	15
6:4:0	1.427	0.932	0	2	0:6:4	0	1.398	0.957	2	2:8:0	0.476	1.864	0	15
7:3:0	1.665	0.699	0	2	0:7:3	0	1.631	0.718	2	4:6:0	0.951	1.398	0	15
8:2:0	1.902	0.466	0	2	0:8:2	0	1.864	0.479	2	6:4:0	1.427	0.932	0	15
9:1:0	2.140	0.233	0	2	0:9:1	0	2.097	0.239	2	8:2:0	1.902	0.466	0	15

表4 段彩纱工艺参数

纱线 编号	红、黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s
		左	中	右	
1	5:5:0	1.189	1.165	0	15
	0:6:4	0	1.398	0.957	15
2	0:9:1	0	2.097	0.239	15
	0:2:8	0	0.466	1.914	15
3	8:2:0	1.902	0.466	0	15
	1:9:0	0.238	2.097	0	15

表5 彩节纱工艺参数

黄、蓝 纤维混色比	给棉罗拉速度/(m·min <sup>-1</sup> )			时间/ s
	左	中	右	
10:0	0	2.330	0	25
5:5	0	2.330	2.393	1

## 2.2 毛衫面料特征

转杯纺混色纱线针织面料实物图见图3。可以

看出,自循环多片段转杯纺纱线及其面料色彩丰富、层次强烈、具有动感,体现出较强的个性化和前卫的特点。其中渐变纱面料色彩过渡柔和而不失各自本色;段彩纱织物颜色分明,有良好的段染效果;彩节纱竹节肌理清晰,凸显竹节色彩,有立体纹理效果。

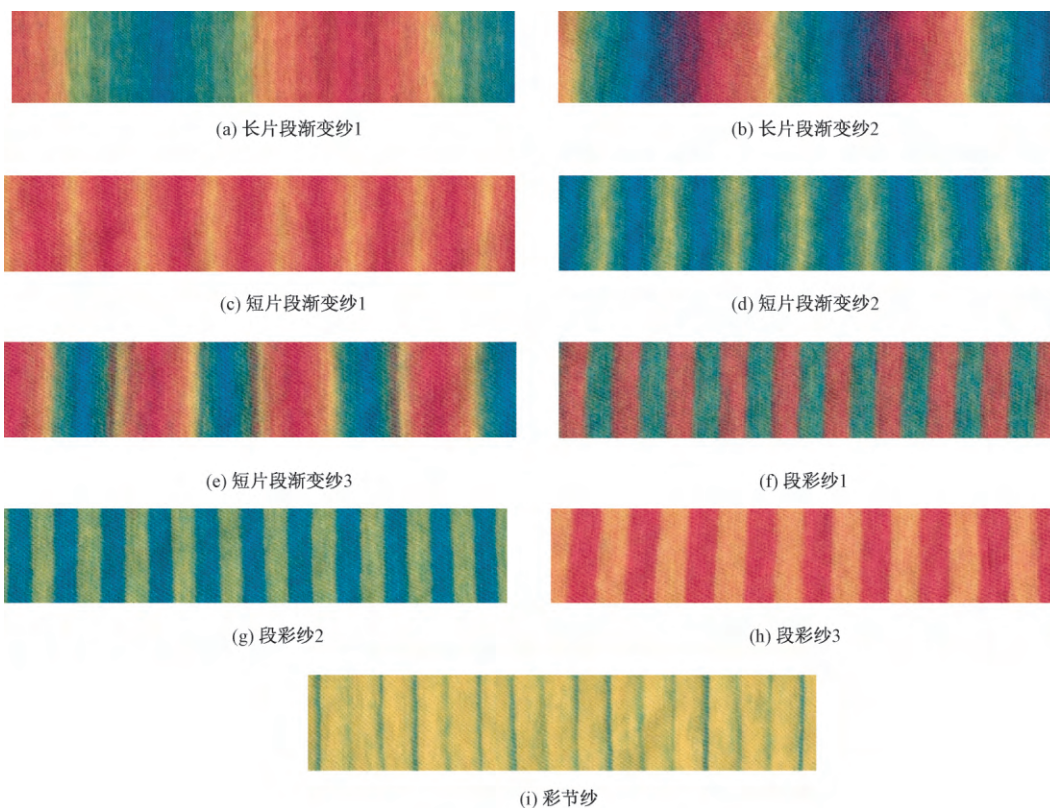


图3 转杯纺混色纱线针织面料实物图

## 3 自循环多片段彩色转杯纺纱线内纤维混合特征

采用自循环多片段彩色转杯纺纱线系统生产混色纱,实现在线混配色,将混色由前纺转移至细纱工序,缩减混色纱生产流程,丰富了混色纱线品种,纤维混合效果是影响混色纱外观效应的主要因素。自循环多片段转杯纺纱线横截面内纤维混合特征见图4。其中纱线横截面切片制作方法为:以适量羊毛包覆纱线,将羊毛及其彩色纱线一同放入Y172型哈氏切片凹槽,插入配套金属板,稍微施加压力后,用手轻扯羊毛,纤维束有轻微移动即可,否则通过增减羊毛纤维量调整。装好纤维后,左手紧握切片器两

端,右手理顺伸在切片器凹槽外侧的纤维,然后用锋利刀片紧贴切片器表面快速切掉伸出凹槽外侧的纤维。安装切片器的紧密螺丝,并轻轻旋转螺丝,待纤维束稍微伸出金属板表面,涂一层火棉胶,待干燥后切取第1个截面试样,因第1个切片的薄厚不易掌握,一般丢弃不用。再次旋转螺丝,一般旋转1格左右为宜,轻而快涂火棉胶,待刚刚干燥,快速切取切片,切片时发力要均匀,以保证切片薄厚均匀,便于观察纱线截面。切好的切片置于滴有甘油的载玻片上,用盖玻片压平,在VHX-5000型显微镜下观察截面,若得到截面清晰图像,保存图片,若截面不清晰,重复上述旋转螺丝的切片步骤,直至得到清晰的纱线截面。

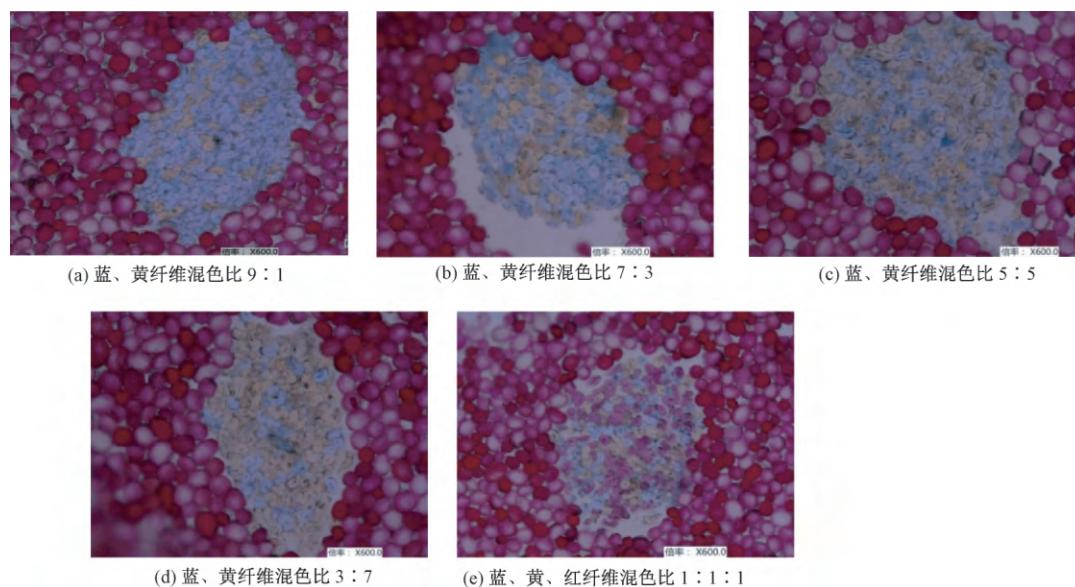


图 4 自循环多片段转杯纺纱线横截面内纤维混合特征

从图 4 可以看出,不同纤维混色比例下的自循环多片段转杯纺纱线中,不同颜色的纤维以单纤维状或小纤维束状均匀的分布在纱线内部,说明纤维混合效果良好。生产过程中不同色彩的纤维条经给棉罗拉同时喂入后,在分梳辊及转杯的高速运转下,分离成单纤维状,将各有色纤维均匀的混合在一起,最终形成混合均匀的混色纱线。

## 4 结 论

①本文在多通道转杯纺成纱设备基础上分别纺制了渐变纱、段彩纱和彩节纱等花色纱,该类纱线具有多片段色彩周期循环的特征。通过对不同比例混色纱的横截面转移效果的切片分析,得出:多色纤维在纱线横截面分布均匀、混合效果好;多通道转杯纺成纱方法可以在一定程度上替代传统意义通过抓棉工序或者并条工序生产混色混纺纱的工艺。

②该技术的柔性特征可以实现小批量、多品种、随时调控生产所需要颜色的纱线,且生产流程短,原料简单,颜色可随意搭配,省去了繁琐的染料配色,混配出的颜色更加柔和立体。自循环多片段彩色转杯纺纱线为从图案到纱线的逆向生成提供了可能,即可以根据已知图案的色彩分布,反过来调控数码纱组分或色彩在长度方向上的变化规律,从而为开发非印花、非提花的图案纺织品提供了可能。未来自循环多片段彩色转杯纺纱线可以通过配色及色彩模拟系统、纱线工艺参数专家系统及服装面料组织结构模拟系统,实现智能色纺设备的一体化。

③该新技术为实现基于单个客户特定需求的

服装单件生产服务,构建新的商业模式提供了可能。基于一定的设计规则,向终端客户提供服装定制化服务。通过客户赋能,使客户成为服装的设计师,生产出客户心目中独特的服装。

### 参考文献:

- [1] 董丽芝,荆妙蕾,张春生.半精纺毛纱纺纱工艺设计及纱线性能分析[J].毛纺科技,2010,38(8):36-38.
- [2] 毕蕊.外穿女装毛衫面料特点分析[J].毛纺科技,2015,43(12):19-22.
- [3] 贺光福.粗梳毛纺彩虹纱产品的开发[J].毛纺科技,2015,43(5):11-13.
- [4] 佟响,王平平,李影,等.几种仿大提花织物的设计方法[J].棉纺织技术,2018,46(1):61-65.
- [5] SHEN J J, MA H, CHEN W G, et al. A novel analysis of color component for top dyed melange yarn with support vector machine [J]. Color Research and Application, 2016, 41(6): 636-641.
- [6] 桂亚夫.色纺发展对纺纱器材的要求[J].纺织器材,2014,41(6):259-260.
- [7] YANG R H, XUE Y, GAO W D. Structure and performance of color blended rotor spun yarn produced by a novel frame with asynchronous feed rollers [J]. Textile Research Journal, DOI: 10.1177/0040517517748493.
- [8] 陈慧.毛纺面料特性对服装设计的影响[J].毛纺科技,2016,44(8):48-50.
- [9] 杨瑞华,薛元,郭明瑞,等.数码转杯纺成纱原理及其纱线特点[J].纺织学报,2017,38(11):32-35.
- [10] 徐惠君,张志,粟宝华,等.转杯纺纱纤维流运动及纺纱不匀性的技术分析[J].现代纺织技术,2013(2):5-12.