

基于绞纱段染的雪尼尔纱段彩花型 调控机理及工艺设计

张丹妮¹, 薛 元^{*1}, 金淑兰², 柳群豪², 罗 军²

(1. 江南大学 纺织科学与工程学院, 江苏 无锡 214122; 2. 金华洁灵家居用品有限公司, 浙江 金华 321037)

摘 要:为提高雪尼尔纱段彩花型设计的精准性与多样性,基于段染绞纱—段染纱—段彩雪尼尔纱的工艺流程,提出绞纱段染花型与雪尼尔纱段彩花型的双向转换模型及调控方法。结合绞纱段染技术,通过调整绞纱分段数、色段长度及配色方案,设计出 8 种不同配色的段染纱,并纺制出对应的段彩雪尼尔纱,测试其线密度、力学性能和捻度。结果表明:所得雪尼尔纱的密度偏差率为 5.98%,平均断裂强力为 5 091.4 cN,捻度稳定性变异系数为 5.02%,均满足优等品标准。所构建的雪尼尔纱段彩花型调控机理贯通了绞纱段染工艺与段彩雪尼尔纱成纱工艺的知识链,既为绞纱段染花型与雪尼尔纱段彩花型的相互转换提供理论基础,也为段彩雪尼尔纱的花型设计及批量化生产提供技术支持。

关键词: 段彩雪尼尔纱;绞纱段染;段染纱;花型设计

中图分类号: TS 941.491 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096 - 1928(2026)02 - 0095 - 10

Pattern Regulation Mechanism and Process Design of Segment-Colored Chenille Yarn Based on Skein Segment Dyeing

ZHANG Danni¹, XUE Yuan^{*1}, JIN Shulan², LIU Qunhao², LUO Jun²

(1. College of Textile Science and Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jinhua Jieling Housewares Co., Ltd., Jinhua 321037, China)

Abstract: To improve the precision and diversity of segment-colored pattern design for chenille yarn, based on the process flow of skein segment dyeing, segment-dyed yarn, and segment-colored chenille yarn, this study proposed a bidirectional conversion model and control method between skein segment dyeing patterns and segment-colored chenille yarn patterns. By combining skein segment dyeing technology and adjusting the number of skein segments, the length of color segments, and color schemes, this study designed eight types of segment-dyed yarns with different color combinations and spun the corresponding segment-colored chenille yarns, testing their linear density, mechanical properties, and twist. The results show that the obtained chenille yarn achieves a density deviation rate of 5.98%, an average breaking strength of 5 091.4 cN, and a twist stability variation coefficient of 5.02%, all meeting the standards for high-quality products. The established control mechanism for segment-colored chenille yarn patterns bridges the knowledge chain between the skein segment dyeing process and the segment-colored chenille yarn spinning process, providing both a theoretical basis for the mutual conversion between skein segment dyeing patterns and segment-colored

收稿日期: 2025 - 01 - 19; 修订日期: 2026 - 03 - 01。

基金项目: 浙江省“尖兵”“领雁”研发攻关计划项目(2022C01188); 金华市技术创新项目(金经信投资[2021]59号); 中国纺织工业联合会科技指导性计划项目(2023007)。

作者简介: 张丹妮(1999—), 女, 硕士研究生。

*** 通信作者:** 薛 元(1962—), 男, 教授, 博士生导师。主要研究方向为数字化与智能化纤维及纱线成型加工技术。

Email: fzxueyuan@qq.com

chenille yarn patterns and technical support for the pattern design and batch production of segment-colored chenille yarn.

Key words: segment-colored chenille yarn, skein segment dyeing, section-dyed yarn, pattern design

段彩雪尼尔纱是一种沿长度方向呈现多种色彩分布的雪尼尔纱,其以段染纱(或段彩纱)为饰纱,以常规纱线为芯纱^[1-2]。通常,段染饰纱可通过经纱片纱段染、经轴段染、筒子段染、绞纱段染及单纱段染工艺获得^[3]。由于作为饰纱的段染纱经隔距片裁切后以垂直状排列在相互加捻的两根芯纱之间,故段彩雪尼尔纱的色彩分布与饰纱色彩分布具有相关性^[4]。因此,通过调控饰纱上段染色段的排列规律以及各色段分布长度,即可调控段彩雪尼尔纱的色彩分布规律。

文中重点介绍通过绞纱段染方式获取段染纱及段彩雪尼尔纱的工艺技术。绞纱段染技术能在纱线长度方向形成精准、不连续的色彩分段,适用于雪尼尔纱这类绒毛结构复杂的纱线,可赋予织物自然灵动的色彩渐变效果与立体纹理,显著提升产品的视觉吸引力与附加值。相较于其他染色方式,该工艺技术门槛高,涉及绞纱排列、染色分区控制等多个关键环节。通过绞纱段染方式获得的段彩雪尼尔纱,既保留了雪尼尔纱轻盈、柔软、弹性好的特点,又通过多色组合增强了色彩变化的层次感,将其用于开发梭织物、针织物及簇绒织物,可赋予织物较强的时尚感与视觉冲击力,满足人们对个性化、时尚化的需求^[5-6]。

1 段染绞纱机及其工作方法

段染是一种将绞纱平铺后,按照设计间隔染上不同颜色,从而使纱线呈现出多种颜色的染色工艺。绞纱段染机主要用于对纱线进行分段染色,以确保纱线在染色过程中均匀吸收染料,从而使不同纱段呈现出各异的色彩。段染工艺具有色彩丰富、染色效率高、节能环保等优点。

1.1 绞纱段染机的组成

绞纱段染机主要由绞纱铺展及输送装置、化料及供液系统、染液喷射系统、伺服驱动与控制系统 4 部分组成^[7],其中绞纱铺展及输送装置包括传送带、轧辊等;化料及供液系统包括化料筒、搅拌电机、输送软管、输料泵等;染液喷射系统包括染液、喷头、染液输送装置等;伺服驱动与控制系统包括伺服驱动器、伺服电机、上位机触摸屏、下位机可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)和控制程序软件等,具体如图 1 所示。

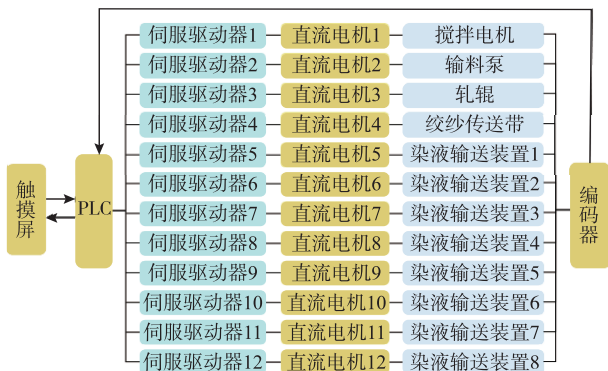
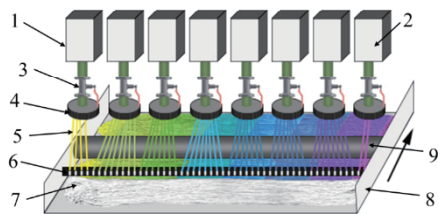


图 1 绞纱段染机的组成

Fig. 1 Composition of the skein-segment-dyeing machine

1.2 绞纱段染流程

绞纱段染机如图 2 所示。其工作流程为:根据颜色需求,将适量的染料、助剂和水在化料筒中混合成染液,由搅拌电机混合均匀;输料泵将染液从化料筒经染液输送装置输出至对应颜色的接头,由染液输送装置控制染液的用量;每个接头上均匀分布有小孔,并由输送软管连接至对应的喷头,染液从喷头喷出,均匀喷洒到绞纱表面;绞纱随传送带向前输送,在轧辊压力的作用下挤出多余染液,使染液吸附于纱线,最终实现颜色的分段过渡效果。



注:1—化料筒;2—染液;3—染液输送装置;4—接头;5—输送软管;6—喷头;7—绞纱;8—绞纱传送带;9—轧辊。

图 2 绞纱段染机示意

Fig. 2 Schematic diagram of the skein segment dyeing machine

在染色过程中,改变染液用量、喷染时间、绞纱传送带速度以及轧辊压力等因素都会对绞纱成品的颜色产生一定影响。喷射染纱时,将绞纱拉直成上下两层,其长度为圆周长的一半,沿该长度方向配置 80 个喷头。绞纱染色机最多可配置 8 个染缸,根据段染纱的染色需求,可选择 1~8 种染液进行喷射染色,从而生产出多色彩段染纱。段染纱各色的段长可通过喷头数量、喷头间距和喷射流量控制。

2 雪尼尔纱段彩花型设计及其调控工艺

段染纱的花型分布规律可通过绞纱段染模式或段彩雪尼尔纱的色彩分布规律来确定。在实际生产中,有时需要根据来样中段彩雪尼尔纱的色彩分布规律,反推出段染纱的色彩分布规律,进而确定绞纱的染色方案。

2.1 段彩雪尼尔纱成型原理

通过段染工艺获得段彩纱后,将段彩纱作为雪尼尔纱的饰纱,选用常规纱线作为芯纱,在雪尼尔纺纱机进行纺制,具体流程如图 3 所示。该纺制工艺以聚酯纤维 (polyethylene terephthalate, PET) 或聚酰胺纤维 (polyamide, PA) 的多孔拉伸变形丝 (draw textured yarn, DTY) 作为雪尼尔纱的饰纱原料,先将 DTY 长丝的卷装转换为便于段染的形式,再通过绞纱段染机进行段染,制得段染长丝;随后将染色后的段染长丝作为饰纱喂入饰纱通道,同时将两根芯纱分别喂入各自的芯纱通道;饰纱缠绕在隔距片上,由刀片沿隔距片边缘将其切断,在饰纱喂入罗拉与皮辊的握持下,被切断的饰纱依次整齐排列,并以垂直于芯纱的方向推入两组芯纱之间的加捻区;在相互加捻的两组芯纱的夹持下,切断的饰纱被牢固握持,最终形成雪尼尔纱的特殊结构^[8]。

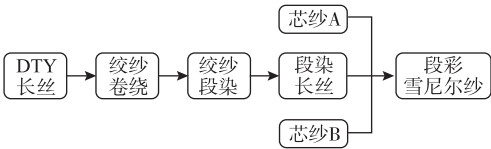


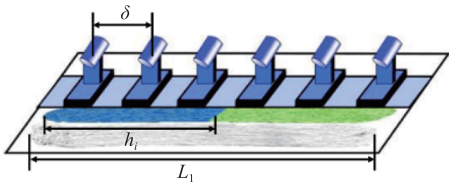
图 3 段彩雪尼尔纱纺制流程

Fig.3 Spinning process of segment-colored chenille yarn

由于饰纱采用段染纱线,经隔距片分段裁切后,雪尼尔纱与段彩纱的色彩分布规律会发生变化,一般色彩的排列次序不变,但色彩排列的周期长度会发生变化,雪尼尔纱的周期长度小于段染纱,两者差值约为隔距片宽度的两倍。

2.2 基于绞纱段染工艺的段彩花型设计与调控

不同绞纱段染模式会对段染纱色彩分布规律产生影响,从而影响段彩雪尼尔纱色彩分布规律。在实际生产中,可通过调整喷头的数量控制纱线各色段的长度,从而达到设计效果,具体如图 4 所示。两喷头之间的距离可滑动调节,绞纱段染机的喷头最多可达 80 个,通过绞纱长度、两喷头间距、所设计的不同颜色段染长度,可计算得到所需喷头数量,从而调控段染长度。



注:δ—两喷头之间的距离;h_i—各色段长度;L₁—绞纱拉直后宽度。

图 4 喷头分布

Fig.4 Distribution of sprayers

将周长为 $2L_1$ 的绞纱拉直,以拉直后的宽度 L_1 铺设在段染机平台上,并以宽度 L_1 为基准均匀分布 m 个喷头,两喷头之间的距离为 δ ,在宽度 L_1 上划分 n_1 个色段并喷染 p 种颜色,且各色段长度为 h_i ($i = 1, 2, \dots, n_1 - 1, n_1$),所需喷头数量为 m_i 。喷染后,在绞纱周长 $2L_1$ 的长度内分布 n_2 个彩段, n_2 个彩段内形成了花型周期段彩数量为 n_3 、长度为 L_2 的 τ 个段彩花型。则

$$L_1 = m \times \delta ; \tag{1}$$
$$m_i = h_i / \delta \ (i = 1, 2, \dots, n_1 - 1, n_1) ; \tag{2}$$
$$n_3 = 2(p - 2) + 2 = 2(p - 1) ; \tag{3}$$
$$n_2 = 2(n_1 - 2) + 2 = 2(n_1 - 1) ; \tag{4}$$
$$\tau = n_2 / n_3 = (n_1 - 1) / (p - 1) ; \tag{5}$$
$$L_2 = 2L_1 / \tau 。 \tag{6}$$

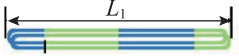
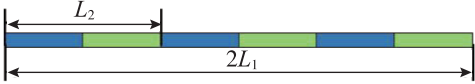
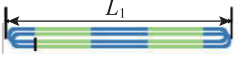
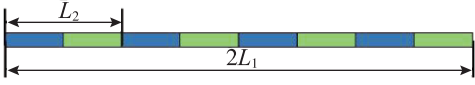
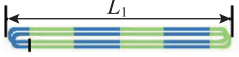
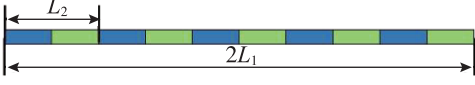
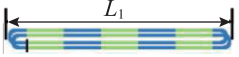
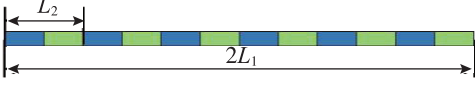
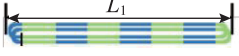
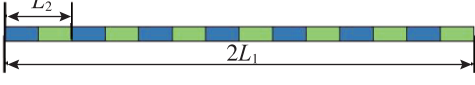
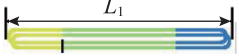
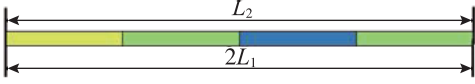
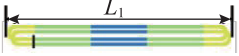
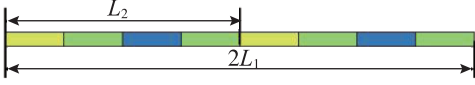
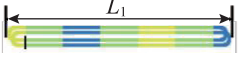
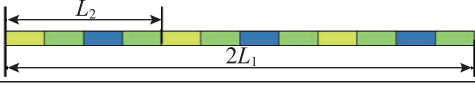
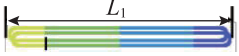
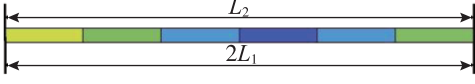
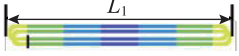
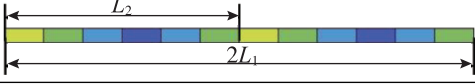
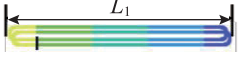
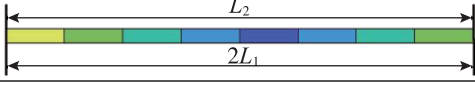
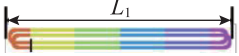
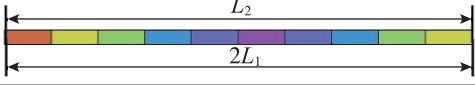
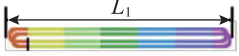
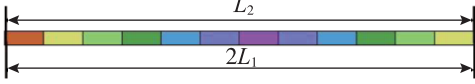
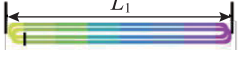
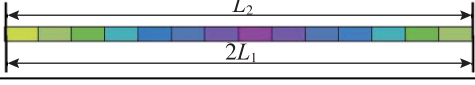
当对绞纱进行多色段染时,由于颜色排版的不同,其花型周期长度也会发生变化,若绞纱拉直后宽度为 L_1 ,则形成段染纱的花型分布情况见表 1。

表 1 多色段染纱花型周期长度

Tab.1 Pattern cycle length of multicolor sectionally dyed yarn

颜色数(p)	绞纱分段数(n ₁)	绞纱段染模式	段染绞纱与段彩纱花型周期关系	段彩纱花型分布	段彩纱分段数(n ₂)
2	2 段		$L_2=2L_1$		2
	3 段		$L_2=L_1$		4

续表 1

颜色数(p)	绞纱分段数(n_1)	绞纱段染模式	段染绞纱与段彩纱花型周期关系	段彩纱花型分布	段彩纱分段数(n_2)
2	4 段		$L_2=2L_1/3$		6
	5 段		$L_2=L_1/2$		8
	6 段		$L_2=2L_1/5$		10
	7 段		$L_2=L_1/3$		12
	8 段		$L_2=2L_1/7$		14
3	3 段		$L_2=2L_1$		4
	5 段		$L_2=L_1$		8
	7 段		$L_2=2L_1/3$		12
4	4 段		$L_2=2L_1$		6
	7 段		$L_2=L_1$		12
5	5 段		$L_2=2L_1$		8
6	6 段		$L_2=2L_1$		10
7	7 段		$L_2=2L_1$		12
8	8 段		$L_2=2L_1$		14

2.3 基于段彩纱花型的绞纱段染花型设计与调控

与其他段染方式相比,绞纱段染具有染料利用率高、染色周期短等优势,但也存在局限性,若段染颜色过多,或花型周期的颜色、长度无规律,则无法使用绞纱段染对纱线进行染色,因此,判断纱线是否适用绞纱段染至关重要。

图5为雪尼尔饰纱段彩分布规律。饰纱长度(d)和段染长丝各色段长度(Y_i)的计算公式为

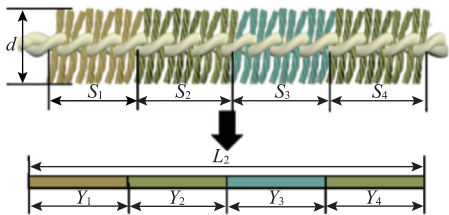
$$d = \mu \times (H + T) ; \tag{7}$$

$$Y_i = \frac{S_i \times \xi \times d}{q} \quad (i = 1, 2, \cdots, n_1 - 1, n_1) \text{。} \tag{8}$$

式中: H 为隔距片宽度; T 为隔距片厚度; μ 为饰纱长度修正系数; S_i 为段彩雪尼尔纱的色彩片段长度; ξ 为饰纱排列密度; q 为同时输入的饰纱根数。

根据计算得到的段染纱花型分布,观察是否具有花型周期循环,若花型周期具有规律、周期内段彩数量为双数,且在 $L_2 - Y_1$ 长度内的纱段上颜色及长度对称(见图6),则可用绞纱段染的方式对纱线

进行染色。



注： d —饰纱长度； L_2 —一段彩纱花型周期长度； $S_1 \sim S_4$ —一段彩雪尼尔纱色彩片段长度； $Y_1 \sim Y_4$ —一段彩纱色彩片段长度。

图 5 雪尼尔饰纱段彩分布规律

Fig.5 Distribution of color segments on chenille fancy yarn

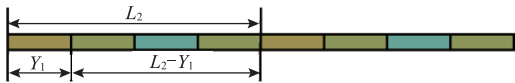


图 6 段染纱花型分布

Fig.6 Pattern distribution of segment-dyed yarn

由表 1 可知,当喷染颜色数相同时,绞纱段染分段数不同,形成的段染纱花型分布、花型周期长度

也不同;当绞纱段染分段数相同时,喷染颜色数不同,形成的段染纱花型分布、花型周期长度也会改变。因此,需要确定花型周期长度的大小与绞纱周长 $2L_1$ 的关系。根据绞纱设备的规格,段染绞纱周长有一定的取值范围,以此为依据可确定循环数量 τ ;根据花型周期长度内段彩数量 n_3 , $2L_1$ 长度内分布彩段数 n_2 ,可得到绞纱分段数 n_1 、色段的长度 h_i (见图 7),具体计算公式为

$$\tau = 2L_1/L_2; \tag{9}$$

$$n_2 = \tau \times n_3; \tag{10}$$

$$n_1 = \tau \times n_3/2 + 1; \tag{11}$$

$$h_i = \begin{cases} Y_i/2 & (i = 1, n_3 + 1) \\ Y_i & (i = 2, \dots, n_3) \end{cases} \tag{12}$$

多色绞纱段染花型周期分布情况见表 2。为区分段彩纱与段染绞纱中花型的颜色,用 a~h 代表不同颜色的色段,如 ab 代表两种不同颜色,abc 代表 3 种不同颜色,以此类推,下同。绞纱段染颜色排版如图 8 所示。

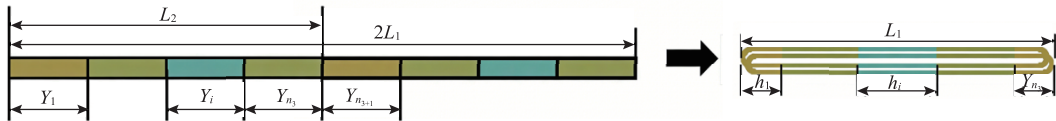


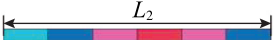
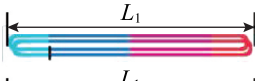
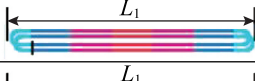
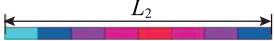
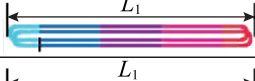
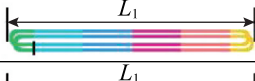
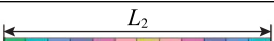
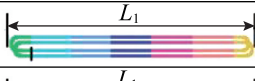
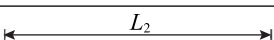
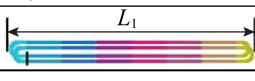
图 7 绞纱段染设计

Fig.7 Design of skein segment dyeing

表 2 多色绞纱段染花型周期分布

Tab.2 Distribution of pattern cycle parts of multicolor skein segment dyeing						
颜色数(p)	段彩纱最短花型周期	段彩纱与绞纱段染花型周期关系	段数	色段排序	绞纱段数	绞纱段染模式
2		$L_1/L_2 \approx 1/2$	$n_2=2$	ab	$n_1=2$	
		$L_1/L_2 \approx 1$	$n_2=4$	ab ab	$n_1=3$	
		$L_1/L_2 \approx 3/2$	$n_2=6$	ab ab ab	$n_1=4$	
		$L_1/L_2 \approx 2$	$n_2=8$	ab ab ab ab	$n_1=5$	
		$2L_1/L_2 \approx 5$	$n_2=10$	ab ab ab ab ab	$n_1=6$	
		$L_1/L_2 \approx 5/2$	$n_2=12$	ab ab ab ab ab ab	$n_1=7$	
		$L_1/L_2 \approx 7/2$	$n_2=14$	ab ab ab ab ab ab ab	$n_1=8$	
3		$L_1/L_2 \approx 1/2$	$n_2=4$	abcb	$n_1=3$	
		$L_1/L_2 \approx 1$	$n_2=8$	abcb abcb	$n_1=5$	
		$L_1/L_2 \approx 3/2$	$n_2=12$	abcb abcb abcb	$n_1=7$	

续表 2

颜色数(p)	段彩纱最短花型周期	段彩纱与绞纱段染花型周期关系	段彩纱		绞纱段数	绞纱段染模式
			段数	色段排序		
4		$L_1/L_2 \approx 1/2$	$n_2=6$	abcdcb	$n_1=4$	
		$L_1/L_2 \approx 1$	$n_2=12$	abcdcb abcdcb	$n_1=7$	
5		$L_1/L_2 \approx 1/2$	$n_2=8$	abcdedcb	$n_1=5$	
6		$L_1/L_2 \approx 1/2$	$n_2=10$	abcdefedcb	$n_1=6$	
7		$L_1/L_2 \approx 1/2$	$n_2=12$	abcdefgfedcb	$n_1=7$	
8		$L_1/L_2 \approx 1/2$	$n_2=14$	abcdefghgfedcb	$n_1=8$	

注：将直的纱线绕成绞纱时，受绞纱厚度的影响，内侧周长稍短于外侧，导致花型颜色在绞纱边缘位置出现较小偏差，因此在表示段彩纱与绞纱段染花型周期关系时，用“ $\approx$ ”表示。

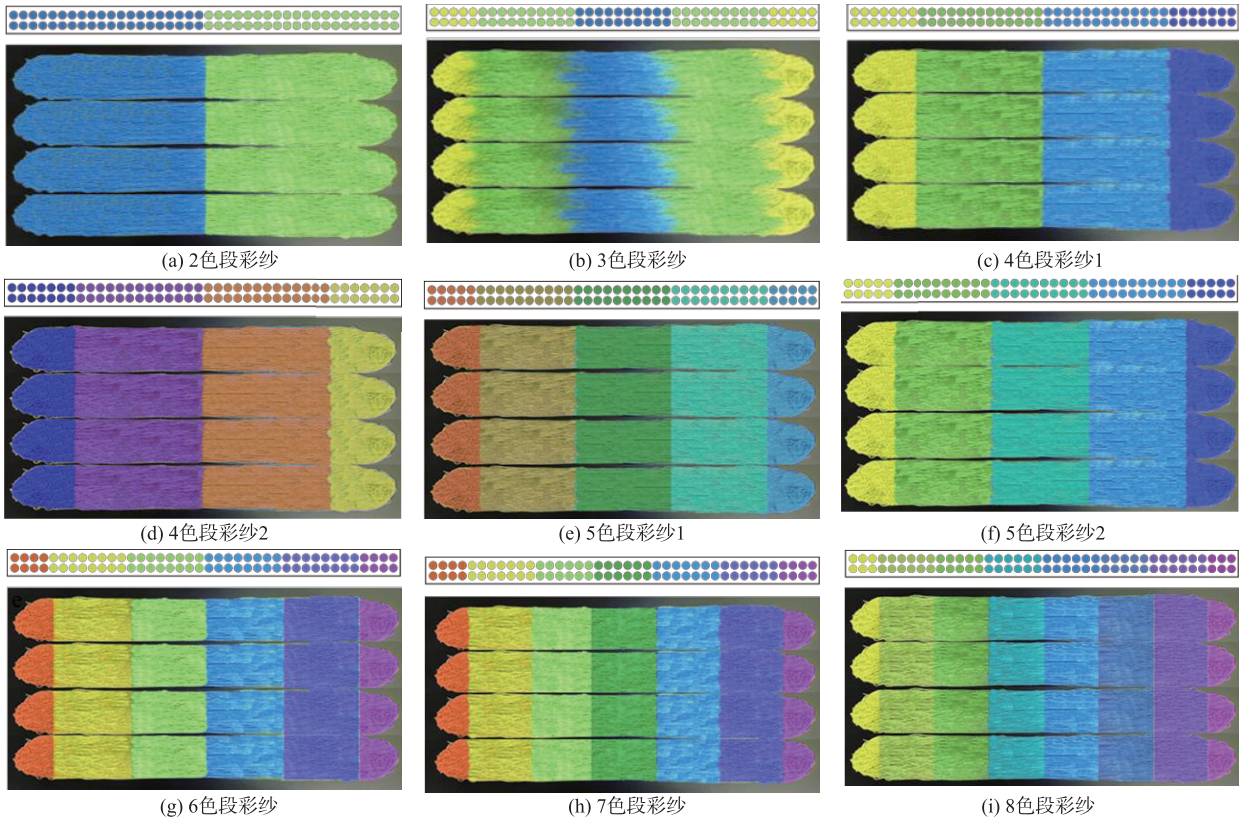


图 8 绞纱段染颜色排版

Fig. 8 Color layout of skein segment dyeing

2.4 绞纱段染花型与雪尼尔纱段彩花型的转换

绞纱段染花型与雪尼尔纱段彩花型之间的转换是实现织物独特花型设计的关键环节。这一转换过程涉及多方面的参数调控与规律探索,对提升纺织品的美观度和市场竞争力具有重要意义。

从绞纱段染花型向雪尼尔纱段彩花型的转换,主要依靠对绞纱段染工艺参数的精准控制。在绞纱段染机中,喷头数量、绞纱长度及喷头间距等参数相互关联,共同影响着段染纱的色彩分布与花型特

征。通过合理设定这些参数,可以精确控制段染长度,从而实现丰富多变的绞纱段染花型。不同颜色组合(如双色、3色等)及不同的分段方式,会导致段染花型的分布方式和周期长度发生变化,这些变化进一步影响了雪尼尔纱段彩花型的色彩呈现。

从雪尼尔纱段彩花型转换至绞纱段染花型,需逆向推导判断:基于已知的雪尼尔段彩纱色彩片段长度、饰纱排列密度和饰纱长度等,计算段染长丝各色段长度;观察段染纱花型分布,判断其是否存

在规律的花型周期循环,当花型周期有规律性且周期内段彩数量为双数,同时在一定长度内纱段的颜色及长度呈现对称特征时,便可采用绞纱段染工艺段染纱线;在此基础上,根据段彩纱最短花型周期的段彩数量,计算花型周期在段染绞纱周长内的循环数量、段彩绞纱周长内的段数以及绞纱分段数等参数,确定合适的绞纱段染模式,实现从雪尼尔纱段彩花型到绞纱段染花型的转换。

3 段彩雪尼尔纱的设计及纺制

段彩雪尼尔纱的色彩由饰纱上的色彩分段排列形成,因此,制备段彩饰纱是生产雪尼尔纱的前提条件。以绞纱段染为例,雪尼尔纱的段彩饰纱可通过以下步骤获取:①设计段彩纱色彩排列次序及分段段长;②将段彩纱色彩分布规律转换为绞纱的色彩排列次序及分段段长;③根据组成绞纱段彩的颜色给出各段的颜色值;④设计段彩绞纱各段的染液配方;⑤实施喷染工艺,获得段染绞纱,将绞纱经络筒工序制成筒子纱,用作雪尼尔纱的饰纱;⑥纺制段彩雪尼尔纱。

3.1 段彩纱花型设计

段彩纱花型的颜色数、色段排列次序、各色段

长度及花型周期长度等参数对雪尼尔纱产品的外观具有重要影响。进行段彩纱花型设计时,需综合考虑产品的美学需求、流行色彩以及消费者审美取向,并融入多元文化时尚元素。文中选用 3 种颜色对绞纱进行段染,既能充分体现绞纱段染时“分段、分区、分色”的核心特征,形成清晰的色彩间隔与渐变层次,又避免了颜色过多时因染液相互渗透、纱线排列复杂带来的控制难度。段彩纱花型设计见表 3。

表 3 段彩纱花型设计
Tab.3 Pattern design of section-colored yarn

花型颜色数	各色段颜色排列	分段长度 /cm				花型周期长度 /cm
		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	
3	abcb	20	20	20	20	80

3.2 绞纱段染模式设计

绞纱段染模式与段彩纱花型有关,花型颜色数、色段排列次序、各色段长度及花型周期长度等参数的变化都会影响绞纱段染模式。因此,文中在设计前先确定段彩纱花型,再根据花型得到段彩纱与绞纱段染花型周期的关系、绞纱拉直后宽度、绞纱分段数、各色段颜色排列及对应长度,确定绞纱段染模式,具体结果见表 4。

表 4 绞纱段染模式

Tab.4 Skein segment dyeing modes

段彩纱与绞纱段染花型周期关系	绞纱拉直后宽度 /cm	绞纱分段数	各色段颜色排列	分段长度 /cm				
				Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
$L_1/L_2 \approx 1$	80	5	abcba	10	20	20	20	10

3.3 各段颜色值设计

确定绞纱段染模式后,再对各段的颜色值进行设计。不同颜色在视觉上会产生不同的效果。为避免色彩搭配过于刺眼或突兀,确保整体协调性,可借助色彩理论中的互补色与邻近色关系,打造和谐

统一或富有视觉冲击力的色彩组合。例如,使用邻近色,能营造出柔和、协调的视觉效果;运用互补色,则可带来强烈的视觉冲击。文中通过精准设定各段颜色值,使绞纱段染呈现出理想效果,具体设计见表 5。

表 5 各段颜色值选择

Tab.5 Selection of color values for each section

序号	各段颜色		
1 [#]	浅灰色 (238, 238, 238)	中灰色 (135, 135, 135)	深灰色 (77, 77, 77)
			
2 [#]	深绿色 (51, 170, 119)	绿色 (50, 198, 91)	春绿色 (49, 226, 61)
			
3 [#]	冰蓝色 (177, 197, 219)	蓝色 (97, 144, 194)	深蓝色 (52, 113, 179)
			
4 [#]	蓝色 (97, 144, 194)	暗青色 (71, 152, 159)	深绿色 (51, 170, 119)
			

续表 5

序号	各段颜色		
5 [#]	紫色 (114, 51, 175)	宝蓝色 (73, 76, 238)	蓝色 (97, 144, 194)
			
6 [#]	黄色 (233, 228, 28)	绿色 (160, 206, 106)	青绿色 (102, 164, 212)
			
7 [#]	浅蓝色 (124, 160, 206)	酸橙色 (167, 206, 78)	黄色 (227, 222, 48)
			
8 [#]	紫色 (114, 51, 175)	深绿色 (51, 170, 119)	黄色 (227, 222, 48)
			

注:括号中的 3 个数值分别代表红色、绿色、蓝色 3 种原色光的强度。

3.4 段彩绞纱染色工艺设计

段染涤纶丝具有优异的染色性能和稳定性,可作为雪尼尔饰纱纺制段彩雪尼尔纱。分散染料具有色泽鲜艳、色谱齐全、染色牢度好等优点,是涤纶染色的首选染料,其染色性能与温度密切相关。由于涤纶的玻璃化转变温度为 67~81 ℃,在 100 ℃ 以下染色时,纤维分子链段运动受限,染料难以有效扩散至无定形区,导致上染率低且色牢度不足。因此,将染浴温度提升至 120~130 ℃。选取 16.7 tex 规格的涤纶长丝作为原料,为保证后续纺制雪尼尔纱时不会因为饰纱断头造成纱段间颜色的不匹配,对涤纶长丝进行并纱,将 6 根涤纶长丝并纱至 100 tex,成绞后对其进行染色,具体过程如图 9 所示。在起始温度 40 ℃ 时加入助剂与分散染料,以 2 ℃/min 的升温速度升温至 130 ℃,根据所染颜色深度确定保温时间,浅色纱线固色时间为 20 min 左右,深色纱线则需 50 min 左右。染色完成后迅速降温至常温,进行常温清水冲洗,以洗去浮色,使染料被牢固地固定在纤维内。

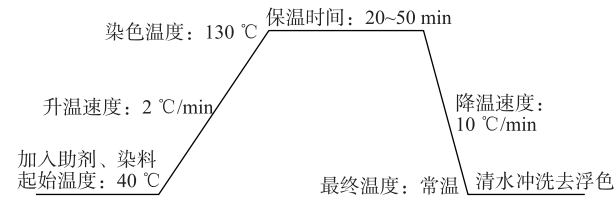


图 9 染色过程

Fig. 9 Dyeing process

3.5 段染绞纱与段彩筒子纱

采用上述选择的各段颜色值及设计的染液配方对绞纱以 abcba 的色段排列次序进行喷染, $Y_1 \sim Y_5$ 分别取 10, 20, 20, 20, 10 cm, 得到不同颜色的段染绞纱,具体如图 10 所示。

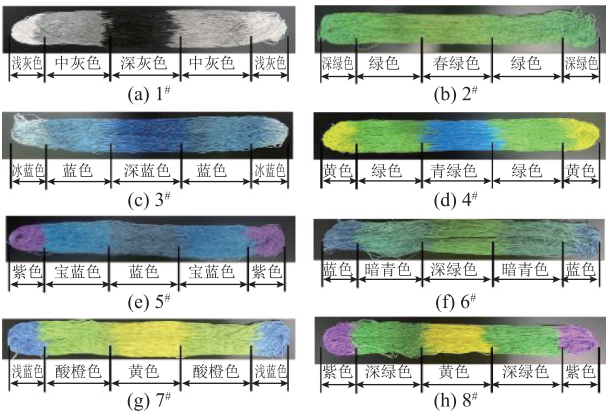


图 10 不同颜色的绞纱

Fig. 10 Skeins of different colors

将绞纱倒筒可得到段染筒子纱,具体如图 11 所示。

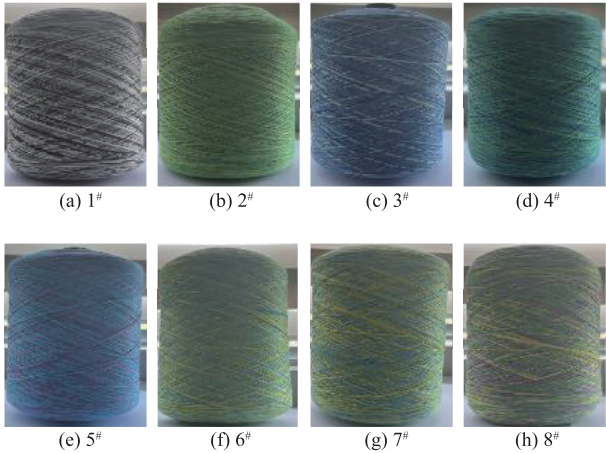


图 11 不同颜色的段染筒子纱

Fig. 11 Segment-dyed bobbin yarns of different colors

3.6 段彩雪尼尔纱的纺制

纺制段彩雪尼尔纱时,采用 36.9 tex 涤纶作为芯纱(4 根喂入), 100 tex 涤纶段染纱作为饰纱(1 根喂入),具体工艺参数为:回转头转速 7 000 r/min,

隔距片宽度 7.5 mm, 芯纱输出速度 6.8 m/min, 锭子转速 3 600 r/min, 捻度 530 捻 /m, 线密度 1 270 tex。纺制出 8 种不同颜色的段彩雪尼尔纱, 具体如图 12 所示。



图 12 不同颜色的段彩雪尼尔纱

Fig.12 Section-colored chenille yarns of different colors

4 段彩雪尼尔纱性能测试

4.1 材料

4.1.1 原料 段彩雪尼尔纱芯纱:36.9 tex 涤纶, 杭州炬邦新材料有限公司生产; 段彩雪尼尔纱饰纱:100 tex 涤纶段染纱, 自制。

4.1.2 仪器 XXNE-200 数字式雪尼尔机, 江苏薪泽奇机械股份有限公司制造; YG021A-Ⅲ 电子单纱强力机, 温州方圆仪器有限公司制造; YG086C 缕纱

测长仪, 常州天祥纺织仪器有限公司制造; Y331A 型纱线捻度仪, 温州大荣纺织仪器有限公司制造。

4.2 雪尼尔纱质量测试方法

参考 FZ/T 22003—2006^[9], 对所纺段彩雪尼尔纱的强伸性能、线密度和捻度等进行评定。

4.2.1 强伸性能的测定 采用电子单纱强力机测定雪尼尔纱的拉伸性能, 设置夹持距离为 250 mm, 拉伸速度为 250 mm/min, 预加张力为 1 N, 连续测试 10 组, 取平均值。

4.2.2 线密度的测定 采用缕纱测长仪测定雪尼尔纱的线密度, 设置纱框转速为 200 r/min, 绕取圈数为 10 圈, 每圈 1 m, 预加张力为 150 cN, 连续测试 10 组, 得到雪尼尔纱的线密度并取平均值, 计算其线密度偏差率、线密度变异系数。

4.2.3 捻度的测定 采用纱线捻度仪并运用退捻加捻法, 对捻向为 S 捻的雪尼尔纱进行捻度测量, 设置夹持长度为 250 mm, 连续测试 15 次, 得到雪尼尔纱的捻度并取平均值, 计算雪尼尔纱的捻度偏差率 (P) 和捻度变异系数 (C), 具体公式为

$$P = \frac{X - X'}{X'} ; \tag{13}$$

$$C = \frac{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 / (n - 1)}}{\bar{X}} 。 \tag{14}$$

式中: X 为捻度观测值; X' 为捻度设计值; $\bar{X}$ 为纱线捻度观测值的平均值; n 为实验次数。

4.3 测试结果与分析

段彩雪尼尔纱的强伸性能、线密度及捻度测试结果见表 6。

表 6 雪尼尔纱强伸性能、线密度及捻度测试结果											
Tab.6 Test results of tensile and elongation properties, linear density and twist of chenille yarn											
参数	强伸性能					线密度			捻度		
	平均断裂 强力/cN	断裂伸长 率/%	断裂强度/ (cN/tex)	断裂强力 变异系 数/%	断裂伸长 率变异系 数/%	平均线密 度/tex	线密度 偏差率/ %	线密度 变异系 数/%	平均 捻度/ (捻/m)	捻度偏 差率/ %	捻度变异 系数/%
数值	5 091.4	19.1	3.86	3.79	6.05	1 346	5.98	2.35	550.9	3.94	5.02

强伸性能是衡量纱线质量的重要指标之一, 它直接关系到纱线在后续加工过程中的表现以及最终产品的品质^[10]。由表 6 可见, 所纺雪尼尔纱的平均断裂强力为 5 091.4 cN, 断裂强力变异系数为 3.79%, 断裂伸长率为 19.1%, 满足机织用优等雪尼尔纱的强伸性要求。

雪尼尔纱如果细度不均, 不仅会影响其自身及织物的外观, 还会降低纱线的强度与织物的内在质量^[11]。由表 6 可见, 雪尼尔纱的平均线密度为 1 346 tex, 线密度偏差率为 5.98%, 线密度变异系数

为 2.35%, 符合机织用优等雪尼尔纱的线密度要求。

雪尼尔纱的捻度对其自身质量及后续织造工序至关重要^[12]。雪尼尔纱的绒线依靠芯纱的环锭加捻作用夹持固定, 其捻度直接决定绒线的牢固程度, 若捻度过低, 织造时易出现脱绒、产生飞花, 影响布面质量。由表 6 可见, 雪尼尔纱的捻度为 550.9 捻/m, 捻度偏差率为 3.94%, 捻度变异系数为 5.02%, 符合机织用优等雪尼尔纱的捻度要求。

5 结 语

段彩雪尼尔纱由芯纱和段染饰纱组成,其色度按颜色的呈现主要由段染饰纱的色段分布决定。文中围绕绞纱段染模式与雪尼尔纱段彩分布,确定段染关键参数,确保花型设计契合生产实际,以获得合理的段染纱花型分布规律;通过设计段彩纱花型、绞纱段染模式、各段颜色值及段彩绞纱染色工艺,对涤纶长丝进行喷染、倒筒,得到 8 种不同色彩的段染绞纱和筒子纱;选定 4 根 36.9 tex 的纱线作为芯纱,1 根 100 tex 的涤纶段染纱作为饰纱,调适回转头转速、隔距片宽度、芯纱输出速度与锭子转速等工艺参数,纺制段彩雪尼尔纱;参照 FZ/T 22003—2006,对纺制的段彩雪尼尔纱进行了强伸性能、线密度及捻度测试,结果显示,各项指标均达到机织用优等品标准,验证了该工艺的可行性与稳定性,也为后续的产品开发提供了新的设计思路与工艺参考。

参考文献:

[1] Kaplan S, Üstüntaş S, Yücel S B, et al. Improving end use potential of denim fabric in cold climates by chenille yarn[J]. The Journal of the Textile Institute, 2021, 112(1): 102-108.

[2] 林维,薛元,金淑兰,等.雪尼尔纱形态结构的调控机理及其纺制工艺设计[J].现代纺织技术,2023,31(3):36-44.

Lin Wei, Xue Yuan, Jin Shulan, et al. Morphological structure-regulation mechanism of the chenille yarn and its spinning process design[J]. Advanced Textile Technology, 2023, 31(3): 36-44. (in Chinese)

[3] 石振,侯秀良,杨一奇.纱线段染技术——一些染整技术的回顾之十二[J].印染,2014,40(4):45-47.

Shi Zhen, Hou Xiuliang, Yang Yiqi. Space dyeing technology of yarn[J]. Dyeing and Finishing, 2014, 40(4): 45-47. (in Chinese)

[4] 张丹妮,薛元,金淑兰,等.雪尼尔纱形态结构时序化调控机

理及其纺制[J].现代纺织技术,2025,33(1):21-29.

Zhang Danni, Xue Yuan, Jin Shulan, et al. Time-sequential regulation mechanism for the morphology and structure of chenille yarns and their spinning production[J]. Advanced Textile Technology, 2025, 33(1): 21-29. (in Chinese)

[5] 楼焕,刘茜.段彩纱的生产技术及其应用[J].现代纺织技术,2023,31(1):163-175.

Lou Huan, Liu Qian. Production techniques and applications of segment color yarns[J]. Advanced Textile Technology, 2023, 31(1): 163-175. (in Chinese)

[6] 薛元,汪燕燕,王怡淞,等.段彩竹节纱时序化分布规律设计及其数控成型原理[J].服装学报,2022,7(6):471-479.

Xue Yuan, Wang Yanyan, Wang Yisong, et al. Time-sequential distribution design and numerical control forming principle of segment colored slub yarn[J]. Journal of Clothing Research, 2022, 7(6): 471-479. (in Chinese)

[7] 刘禹辰,朱文硕,薛元,等.数控三通道转杯纺纱系统构建及纺纱工艺实践[J].毛纺科技,2023,51(8):7-14.

Liu Yuchen, Zhu Wenshuo, Xue Yuan, et al. Construction of CNC three-channel rotor spinning system and its spinning process practice[J]. Wool Textile Journal, 2023, 51(8): 7-14. (in Chinese)

[8] 柳群豪,金淑兰,薛元,等.一种雪尼尔纱形态结构在线调控方法及特种雪尼尔纱、纺纱系统:CN202410624180.4[P].2024-09-06.

[9] FZ/T 22003—2006 机织雪尼尔本色线[S].

[10] 秦春英,杨夏莹,刘佳明,等.聚酯纤维雪尼尔纱的染色性能研究[J].轻工科技,2024,40(6):189-192.

Qin Chunying, Yang Xiaying, Liu Jiaming, et al. Study on dyeing properties of polyester chenille yarn[J]. Light Industry Science and Technology, 2024, 40(6): 189-192. (in Chinese)

[11] 李娜,李世君,薛斌,等.常压阳离子可染涤纶短纤维纺纱工艺研究[J].天津纺织科技,2020(3):46-49.

Li Na, Li Shijun, Xue Bin, et al. Spinning process study of atmospheric pressure cationic dyeable polyester staple fiber[J]. Tianjin Textile Science and Technology, 2020(3): 46-49. (in Chinese)

[12] İlhan İ, Yazar A Y. Predicting twist contraction in chenille yarn using mathematical and statistical approaches[J]. The Journal of the Textile Institute, 2016, 107(9): 1185-1192.

(责任编辑:沈天琦)