

DOI: 10.13475/j.fzxb.20171010706

全显技术组织对三纬组合织物结构混色规律的影响

张爱丹, 周 赳

(浙江理工大学 材料与纺织学院、丝绸学院, 浙江 杭州 310018)

摘 要 为解决三纬组合全显提花织物结构中全显技术组织的设计问题, 比较研究了采用不同全显技术组织的三纬组合结构的织物显色效果。以 16 枚 5 飞纬面缎纹为基础组织, 设计 3 种具有不同全显技术点数的三纬组合织物结构, 并对 3 种组合结构的最小值组织库进行织物色卡织造和测色。通过比较不同织物色卡组的明度值、明度差以及色差等数据表明, 采用一纬二点全显技术组织的三纬组合结构, 其色卡织物的明度差和色差在三者中均最低, 具有最稳定的渐变显色效果。研究结果为组合全显提花织物结构中全显技术组织的优选设计提供参考。

关键词 三纬组合织物结构; 全显技术组织; 混色规律; 优选设计

中图分类号: TS 105.1 文献标志码: A

Influence of full-color weave on color mixing law of compound fabric structure with triple-weft

ZHANG Aidan, ZHOU Jiu

(Silk Institute, College of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract In order to solve the design problem of full-color weave in the triple-weft jacquard fabric structure, this study comparatively analyzed the fabric color mixed effects of three groups of compound structure with different full-color point numbers. Based on the 16-end 5-step number sateen weave, three compound structures and their shaded-weave databases were created, then fabric specimens were produced and their color value were measured. By comparing the color value of fabric groups, it is shown that the compound fabric structure using full-color weave with two full-color points in one weft has the lowest average lightness difference and color difference values among the three fabric groups. The results provide practical evidences for the optimization design of full-color weave in the compound fabric structure with triple-weft.

Keywords compound fabric structure with triple-weft; full-color weave; color mixing law; optimization design

组合全显织物结构是指由 2 组或 2 组以上具有相同组织结构特征, 但组织起始点位置不同的影光组织构成的复合结构, 并具有组合非遮盖的交织特点。组合全显结构通过结合织物纱线的原色混合理论, 在单层织物结构条件下, 充分满足了提花织物的色彩仿真设计需求, 在降低色彩仿真类提花织物纹制工艺设计难度的同时, 为织物效果创新提供了广阔的设计空间^[1-2]。

根据提花机织物组织结构的构成原理, 同向纱线之间存在遮盖、部分遮盖和非遮盖 3 种结构关系,

而其中只有非遮盖关系符合组合全显提花织物结构的设计需求^[3]。为避免产生遮盖和部分遮盖 2 种组织关系, 在组合结构中设计了全显色技术点, 可将一般的组合组织转化为具有非遮盖结构特性的组合组织^[4]。由于全显色技术点在形式上类似一种织物组织, 因此本文中将其命名为全显技术组织。全显技术组织在为多组影光组织的组合全显色创造一种相对稳固的结构关系的同时, 对组合结构的显色规律造成一定影响。

目前, 已有文献验证了二纬组合全显织物结构

收稿日期: 2017-10-30 修回日期: 2017-12-25

基金项目: 浙江省文化厅文化科研项目(zw2018064)

第一作者简介: 张爱丹(1979—), 女, 副教授, 博士生。主要研究方向为数码纺织品设计。E-mail: zad.andan@163.com。

中的全显技术组织,具有避免因随机遮盖造成的织物偏色与防止织物色过渡断档的作用^[5];以及在单层黑白仿真提花织物设计中,具有调节织物结构紧密度的效用^[6]。而在研究组合全显结构的织物显色特征的文献中^[7-8],全显技术组织只是作为一种组合全显结构模式的构成要素,并未成为研究对象。既然全显技术组织本身就是一种特殊的织物组织,其存在必然对组合组织结构的织物混色规律产生影响,因此,为了解全显技术组织在组合全显结构织物显色方面的作用机制,本文对采用不同全显技术组织的三纬组合织物结构的织物显色效果进行比较研究,为三纬组合全显织物结构中全显技术组织的优选设计提供参考。

1 三纬组合全显织物结构设计

三纬组合全显织物结构由 3 组具有相同组织结构特征,但组织起始点位置不同的影光组织构成,适用于由 1 组经和 3 组纬交织的数码提花织物设计。三纬组合全显织物结构的基础组织一般以缎纹为主,组织点的过渡方向为纬向,组织循环数为 10~32 枚之间^[9]。基础组织起始点位置以均匀分布为设计原则,同时兼顾经向浮长。以 10 枚 3 飞缎纹组织为例,首先将起始点位置为 (1,1) 的 3 个基础组织,沿经向按 1:1:1 的排列比逐纬一一组合,第 1 个组织保持不动,其他 2 个向右逐点平移,直至 3 组基础组织分布相对均匀,且经向最长浮长最短,结果如图 1 所示。

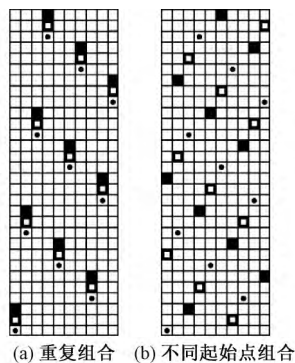


图 1 3 组基础组织起始点设计方法

Fig. 1 Design method of three basic weaves with different starting weave point. (a) Combination with repetition; (b) Combination with different starting points

利用组织点的正反配置设计三纬组合织物结构的全显技术组织,在实际设计应用中,三纬组合组织结构产生了多种全显色技术点的设计方法。因在设计组合全显组织库时,全显色技术点需是纬组织

点^[10],所以全显技术组织不同不仅会直接影响组织库的组织数量,同时会造成组合组织结构交织次数的轻微波动,从而影响组合组织结构的织物显色效果。

2 三纬组合全显织物混色实验

2.1 实验设计

根据前期对一纬全显织物显色规律的研究发现,16 枚缎纹组织具有最平稳的织物显色效果^[11],因此本文实验以 16 枚 5 飞缎纹为基础组织,进行三纬组合织物结构设计。

首先,根据组合组织点均匀分布的原则,设计 3 种起始点位置分别为 (1,1)、(1,13)、(1,9) 的基础组织 $W_{1,1}$ 、 $W_{1,13}$ 和 $W_{1,9}$,如图 2 所示。

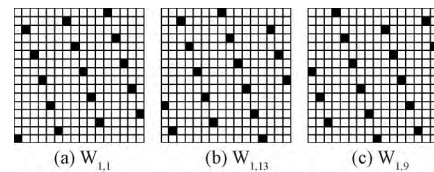


图 2 基础组织

Fig. 2 Basic weaves

其次,根据成正反对比配置组织点数量的多少,设计 3 种全显技术组织: 1) 一纬一点,每相邻两纬都有 1 对组织点成正反配置,具体设计方法是取各自基础组织的经面组织(见图 3); 2) 一纬二点,每相邻两纬都有 2 对组织点成正反配置,其设计方法是每一横行从相邻的上、下行各取一个经组织点作为全显技术点(见图 4); 3) 一纬四点,在一纬二点基础上进行加强设计,形成每一横行有 4 个全显技术点(见图 5)。

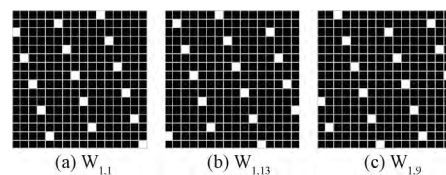


图 3 一纬一点全显技术组织

Fig. 3 Full-color weaves with a weft interlacing point in one weft

全显技术组织中经组织点部分为设计组织库时增加组织点的区域,而纬组织点为全显技术点;每个基础组织分别对应一个全显技术组织。

分别采用一纬一点、一纬二点和一纬四点全显技术组织,建立 3 组三纬组合全显组织库,组织点过渡方向为纬向,每次增加的组织点数 (M) 为基础组织的循环数 (R),即 $M = 16$ 。一纬一点、二点和四点

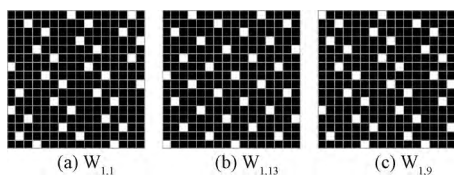


图 4 一纬二点全显技术组织

Fig. 4 Full-color weaves with 2 weft interlacing points in one weft

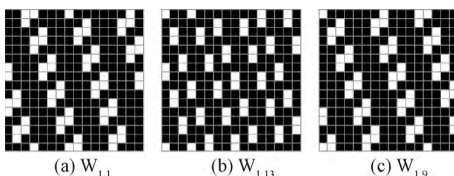


图 5 一纬四点全显色技术组织

Fig. 5 Full-color weaves with 4 weft interlacing points in one weft

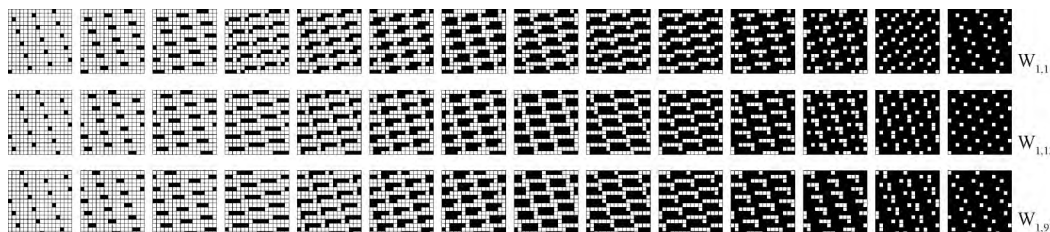


图 6 一纬二点全显技术组织的组织库

Fig. 6 Shaded-weave database with full-color weave having two weft interlacing points in one weft

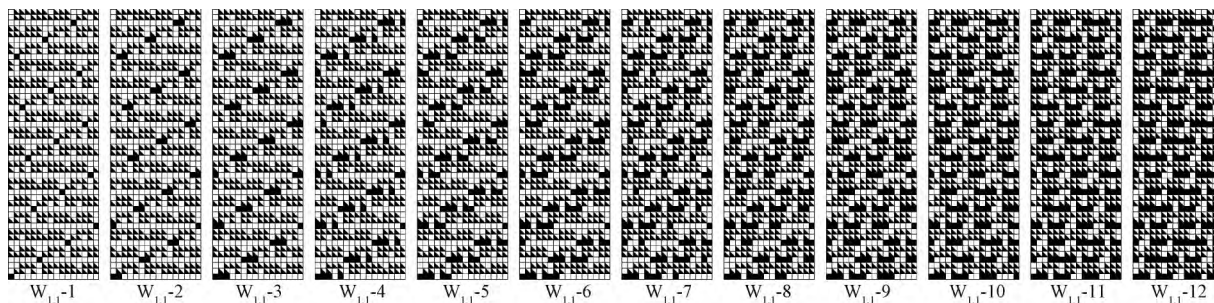


图 7 基于三纬组合全显结构的一纬渐变示意图

Fig. 7 Combination of three basic weaves with one weft gradual change

表 1 组合组织的组数与数量

Tab. 1 Number of compound weaves and weave groups

全显技术组织类别	组合组织数量/组数		
	G1	G2	G3
一纬显色 (R)	15/1	42/3	36/3
二纬组合显色 (RB)	15/1	42/3	36/3
三纬组合显色 (RBY)	15/1	14/1	12/1
共计	45/3	98/7	84/7

注: G1、G2、G3 分别表示采用一纬一点、一纬二点和一纬四点全显技术组织的组合组织库; R 表示红色, B 表示蓝色, Y 表示黄色。

2.2 织物工艺规格

以上述 3 种组合组织库设计织物色卡并织造。

全显技术组织库分别由 15、14 和 12 个渐变组织构成,如图 6 所示。从一纬一点到一纬四点全显技术组织的组织库数量 (Z) 的计算公式分别为 $Z = R - 1$ 、 $Z = R - 2$ 和 $Z = R - 4$ 。

上述 3 种组织库在实际应用中,可分别产生 15^3 、 14^3 和 12^3 种组合组织。由于组合组织数量庞大,本文仅从中选取 3 种最典型的组合组织形式,分别为一纬渐变、二纬组合和三纬组合渐变。一纬渐变指同一组织库内一组基础组织从纬面组织渐变为经面组织,其他 2 组基础组织保持为经面组织,如图 7 所示。二纬组合渐变指 2 组基础组织同时从纬面组织过渡为经面组织,一组保持为经面组织;三纬组合渐变指 3 组基础组织同时从纬面组织渐变过渡为经面组织。本文实验的 3 组组织库的组合组织数量和组数见表 1。

织物由 1 组白经和 3 组色纬交织而成,经组合为 23.3 dtex × 2 桑蚕丝,纬组合为 23.3 dtex × 3 桑蚕丝;经密为 1 100 根/(10 cm),纬密为 840 根/(10 cm)。结合织物色彩的原色混合理论,甲、乙、丙 3 组纬纱分别为红色 (R)、蓝色 (B) 和黄色 (Y) 组合排列比为 1:1:1。一纬渐变均为红纬色渐变为经纱色,二纬组合渐变均为红、蓝 2 色组合渐变为经纱色,三纬组合渐变为红、蓝、黄 3 色组合渐变为经纱色。

2.3 织物测色

实验织造织物 17 组共 227 块,与表 1 所示的组合组织数量及组数一一对应。其中一纬一点全显技术组织织物 3 组,分别为一纬渐变、二纬组合渐变、

三纬组合渐变各 1 组,如图 8 所示。一纬二点织物 7 组,分别为一纬渐变、二纬组合渐变各 3 组和三纬组合渐变 1 组。一纬四点织物的数量与组数构成情况与一纬二点相同。所有织物均采用美国 X-rite 爱

色丽 Color i7 台式分光测色仪进行测色和数据采集。数据采集条件:颜色系统为 CIEL* a* b*,光源为脉冲氙灯 D65,观测角度为 10°,测量孔径为 25 mm。每块织物测 2 次,取其平均值。



图 8 一纬一点组织库的织物显色效果

Fig. 8 Fabric color mixing effect of shaded-weave database with a weft interlacing points in one weft.
(a) Fabric color gradual change with red weft; (b) Fabric color gradual change with red and blue wefts;
(c) Fabric color gradual change with red, blue and yellow wefts

3 结果与讨论

3.1 织物明度变化结果与分析

经测色获得织物的 L^* 、 a^* 、 b^* 值,其中 L^* 为织物色的明度值、 a^* 为红绿色相值、 b^* 为黄蓝色相值。通过比较织物色明度值发现,一纬一点组的织物,在三者中具有最大的明度区间值,其次是一纬二点和一纬四点,结果见表 2。结果表明全显色技术点数量越少,则组织库内纬面组织与经面组织的织物色的明度差别越大,如用于提花织物设计,则织物图像的明度对比相对强烈。由于全显色技术点为纬组织点,所以其数量越多,组织库内经面组织的经组织点则变少,影响到组织库对图像色彩的明度表现。

表 2 织物的最高与最低明度值

Tab. 2 Max and Min L^* value of fabric groups

显色纬纱	L^*_{Min}			L^*_{Max}		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
一纬(R)	62.97	62.67	60.95	79.3	77.49	74.78
二纬(RB)	49.37	55.58	52.63	79.6	77.49	74.79
三纬(RBY)	61.58	60.99	60.73	79.4	76.89	74.68
均值	57.97	59.75	58.1	79.43	77.29	74.75

采用明度差计算公式 $\Delta L^* = L^*_1 - L^*_2$,计算每组中每相邻 2 块织物的明度差,用于衡量织物色过渡的均匀度,明度差越小,则表明织物样品色的明度过渡越均匀。由于一纬二点和一纬四点组中一纬渐变、二纬组合渐变均各有 3 组,因此先计算每组的明度差,再取 3 组的明度差均值。其中一纬渐变织物的明度差见表 3,一纬渐变及二纬、三纬组合渐变织物的明度差及均值见表 4。可见,采用一纬二点

全显技术组织的织物明度差值最低,其次是一纬四点和一纬一点;再结合上述 3 种全显技术组织织物样品明度区间值的排序情况,说明一纬二点全显技术组织在三者之中,最有利于织物色明度渐变的均匀性。

表 3 一纬渐变织物明度差

Tab.3 L^* differences of fabric groups with one weft color gradual change

组织序号	G1	G2	G3
1	1.37	2.33	2.31
2	2.45	1.22	0.88
3	1.41	0.67	1.39
4	1.09	1.00	0.21
5	1.46	0.90	1.67
6	1.15	1.34	1.25
7	0.87	1.32	1.46
8	1.41	0.58	1.76
9	0.77	1.35	1.11
10	1.09	1.00	0.76
11	0.32	0.78	1.03
12	1.52	0.58	—
13	1.18	1.75	—
14	0.84	—	—

注:“—”表示没有对应的组织。

表 4 织物明度差均值

Tab.4 Averages of L^* difference of fabric groups

显色纬纱	G1	G2	G3
一纬(R)	1.21	1.14	1.26
二纬(RB)	2.16	1.74	2.03
三纬(RBY)	1.27	1.35	1.27
均值	1.55	1.41	1.52

3.2 织物色差及其方差比较

采用 CIE1979 $L^* a^* b^*$ 均匀颜色空间色差公式 $\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 进一步计算每组织中每相邻 2 块织物的色差^[12-13],其中 $\Delta a^* = a_1^* - a_2^*$, $\Delta b^* = b_1^* - b_2^*$;同时计算每组织物样品色差的方差,结果见表 5。方差是衡量一组数据离散程度最常用的统计量,可作为织物样品色彩过渡均匀度的评价依据。方差越小,则说明该组织物渐变显色效果越佳^[14]。从表中可知,一纬二点组织组色差均值最小,而色差方差居于一纬一点全显技术组织之后,位列第 2。

实验结果表明,在 3 组全显技术组织织物中,采用一纬二点技术组织的相对最为理想,可见全显技术点的过量增加不利于织物渐变色彩效果的稳定。由于本文实验对象仅为最小值组织库,即从纬面组织到经面组织的过渡级别数最低,所以上述表中具体的织物明度差和色差值,将随着组织库数量的增加而降低,但 3 组组织库的织物显色规律是不变的。

表 5 织物色差及其方差均值

Tab.5 Averages of fabric groups' color difference and mean of variance

显色纬数	色差均值			方差均值		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
一纬(R)	2.01	1.82	2.3	0.33	0.77	0.28
二纬(RB)	2.53	2.05	2.4	0.41	0.74	1.15
三纬(RBY)	1.97	2.23	2.19	0.6	0.26	0.44
均值	2.17	2.03	2.30	0.45	0.59	0.62

4 结 论

从组织结构图上看,全显技术组织在强化同向纱线之间的非遮盖关系的同时,对组织影光过渡的连续性造成干扰,从而影响织物色彩的均匀混合和渐变过渡。经实验证明,全显色技术点的数量不仅与组织库中经、纬面组织之间的织物明度差成反比,且与织物色差的离散性成正比,因此全显色技术点的数量应权衡考虑各方面的因素,进行合理设置。在设计三纬组合全显组织结构时:基础组织循环数小于 16 时,可考虑选择一纬一点或一纬二点组织;大于或等于 16 时,可考虑选择一纬二点,最多不超过一纬四点组织。

FZXB

参考文献:

[1] NG Frankie, ZHOU Jiu. Full-colour compound structure for digital jacquard fabric design[J]. The Journal of The Textile Institute 2010, 101(1): 52-57.

[2] ZHOU Jiu, NG Frankie. Innovative principle and method for digital jacquard fabric designing[J]. Journal of Donghua University (English Edition), 2007, 24(3): 341-346.

[3] 张爱丹,周赳. 一纬全显织物结构设计要素与其显色规律的关系[J]. 纺织学报, 2017, 38(9): 40-44. ZHANG Aidan, ZHOU Jiu. Relationship between design elements and color rendering law of one-weft shaded weaves[J]. Journal of Textile Research, 2017, 38(9): 40-44.

[4] 周赳,蒋焯瑾. 基于数码技术的提花织物产品创新[J]. 纺织学报, 2009, 30(11): 53-56. ZHOU Jiu, JIANG Yejin. Innovative design of jacquard fabrics based on digital technology[J]. Journal of Textile Research 2009, 30(11): 53-56.

[5] 周赳,吴文正. 有彩数码提花织物结构设计的实践与分析[J]. 纺织学报, 2008, 29(4): 54-57. ZHOU Jiu, NG Frankie. Practice and analysis on structural design for colorful digital jacquard fabric [J]. Journal of Textile Research, 2008 29(4): 54-57.

[6] 周赳,蒋焯瑾. 基于组合结构的黑白仿真提花织物设计[J]. 纺织学报, 2010, 31(10): 24-28.

- ZHOU Jiu, JIANG Yejin. Design of black-and-white simulative effect jacquard fabric based on compound structure [J]. *Journal of Textile Research*, 2010, 31(10): 24-28.
- [7] 罗来丽, 王春燕, 周赳. 基于全显色结构的二组纬提花织物的混色特征 [J]. *纺织学报*, 2012, 33(4): 39-44.
- LUO Laili, WANG Chunyan, ZHOU Jiu. Research on mixed color characteristics of double weft jacquard fabric with colored wefts [J]. *Journal of Textile Research*, 2012, 33(4): 39-44.
- [8] 罗来丽, 胡丁亭, 唐澜倩, 等. 基于全显色结构的三组纬提花织物混色特征研究 [J]. *丝绸*, 2011, 48(10): 28-32.
- LUO Laili, HU Dingting, TANG Lanqian, et al. Research on color mixture characteristics of triple-weft jacquard fabric with full-color structure [J]. *Journal of Silk*, 2011, 48(10): 28-32.
- [9] 张爱丹, 周赳, 张萌. 一种三组纬组合非遮盖织物组织结构设计方法: 105696148 B [P]. 2016-01-08.
- ZHANG Aidan, ZHOU Jiu, ZHANG Meng. Design method of compound full-color fabric structure with triple-weft: 105696148 B [P]. 2016-01-08.
- [10] 周赳, 吴文正. 数码提花织物的组合全显色结构设计 [J]. *纺织学报*, 2007, 28(6): 59-62.
- ZHOU Jiu, NG Frankie. All-coloring compound construction of digital jacquard fabrics [J]. *Journal of Textile Research*, 2007, 28(6): 59-62.
- [11] NG Frankie, ZHOU Jiu. Innovative layered-combination mode for digital jacquard fabric design [J]. *Textile Research Journal*, 2009, 79(8): 737-743.
- [12] 徐海松. 颜色技术原理及在印染中的应用: 五 [J]. *印染*, 2005, 31(22): 40-42.
- XU Haisong. Uniform color spaces and color difference evaluation [J]. *China Dyeing & Finishing*, 2005, 31(22): 40-42.
- [13] MATHUR K, SEYAM A F M, HINKS D, et al. Towards automation of colour/weave selection in Jacquard designs: model verification through visual assessment [J]. *Coloration Technology*, 2008, 124(1): 48-55.
- [14] 段丽娜. 双经双纬渐变显色提花织物设计研究与实践 [D]. 杭州: 浙江理工大学, 2016: 36.
- DUAN Lina. Design research and practice on double warp and double weft gradient color jacquard fabric [D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2016: 36.