

文章编号: 0253-9721(2007)05-0047-04

# 数码机织物组织结构的组合设计原理和方法

周赳, 吴文正

(香港理工大学 纺织及制衣学系, 香港)

**摘 要** 复杂结构机织物的设计过程繁琐, 变化形式多样, 常采用组织组合设计的方法来完成, 随着数码机织物分层组合设计方法的提出, 机织物的结构设计可以组织库设计的方法取代传统的单一组织的设计模式。在数码机织物全息组织和组织库设计的基础上, 对以组织库为基础的组合结构设计原理进行深入分析, 并提出合理的设计方法。该研究成果可方便地应用于数码机织物的产品设计, 特别是分层组合设计模式下数码提花织物的创新设计。

**关键词** 数码; 机织物; 全息组织; 组织库; 组合结构

中图分类号: TS941. 26 文献标识码: A

## Principle and method of compound structure design of digital woven fabric

ZHOU Jiu, Frankie Ng

(Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

**Abstract** The woven fabric of complex structure is always designed by a combination way, which is hard to approach for its complicated design process and design variation. Along with the application of layered combination design method of digital woven fabric, the structure design of woven fabric can be performed in a mode of weave-database design replacing the traditional single weave design. Based on design of gamut weaves and weave-database, an investigation is carried out to analyze critically the combination principle among different weave-database, on which a scientific design method is presented. It is envisaged that the results of this study can be directly applied to creation of digital woven fabric, especially to innovative digital jacquard fabric designed in a layered combination way.

**Key words** digital; woven fabric; gamut weaves; database of fabric weaves; compound structure

机织物的表面效果由织物结构设计决定, 复杂结构是设计精美织纹效果的基础, 数码机织物设计提出了分层组合的结构设计方法, 以全息组织和组织库设计替代单一组织的设计<sup>[1]</sup>。本文在此基础上对组织库中全息组织的组合方法和组合效果进行研究。该研究可为数码机织物的结构设计提供新的设计构思, 是分层组合设计模式下有彩数码提花织物设计的技术基础。

### 1 机织物复杂结构的组合设计特点

传统机织物的结构有简单和复杂之分。复杂结构的机织物由多组经纱和纬纱交织而成, 主要应用

复杂组织中重纬、重经、双层、多层组织来完成织物结构设计<sup>[2]</sup>。对于复杂结构机织物和复杂组织而言, 在简单组织的基础上进行组织的组合设计是最基本的设计方法。传统的设计流程是先确定用于组合的简单组织, 再进行组合设计, 即将简单组织按一定的比例要求进行排列组合, 这是一种基于单一组织的组合设计模式。由于复杂组织的结构特征复杂, 效果难以简单推断, 所以传统的复杂组织设计是一种经验型的工作, 不仅设计过程烦琐, 而且需要考虑组织间的配合问题, 应用效果难以把握。计算机辅助复杂组织设计技术的应用虽然提高了设计效率<sup>[3]</sup>, 但单一组织组合的设计模式仍然制约着产品的创新, 特别是提花织物的设计创新。数码设计技

收稿日期: 2006-02-23 修回日期: 2006-08-03

基金项目: 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室(浙江理工大学)开放基金项目(2006KF07)

作者简介: 周赳(1969-), 男, 副教授, 博士生。研究领域为纺织品, 特别是数码纺织品的研发。E-mail: zhoujiu34@126.com.

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

术的应用已经使传统的组织设计理念和方法发生变化。根据数码组织设计的特点,简单组织设计可以基于全息组织进行设计,利用全息组织中组织特性相同或关联的组织来建立各自的组织库,这种全息组织库具有良好的设计通用性,在设计中不用再考虑组织之间复杂的配合问题,因此针对复杂组织设计而言,传统单一组织间的组合设计方法,也可以被全息组织的组合设计方法所替代。数码机织物组织的组合设计流程如图 1 所示。

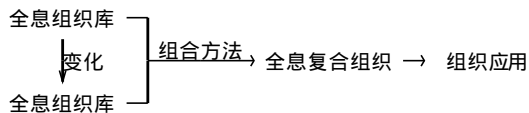


图 1 数码机织物组织组合设计流程

Fig. 1 Design processes of weave combination for digital woven fabric

## 2 数码机织物组织结构组合设计原理

根据数码机织物的组织设计原理和方法,组织设计以组织库为设计对象,将具有共同特点,能够一起应用的组织进行统计、归纳,并形成各自的全息组织库,在应用时则以组织库中的所有组织为共同应用单元,具有相同循环和规律的组织,只要在设计应用时确定统一的起始点,就可以忽略组织之间的配合关系,从设计效果来选择组织。另外从数码组织库的设计特点可以得出组织库的基本特点:1)包含该基本组织相同组织循环下的全部变化组织(全息组织);2)组织库中的组织必须具有交织平衡的结构特征,即经纬交织平衡,经向交织平衡或纬向交织平衡中至少满足 1 个条件;3)组织库中的组织可以任意替换来改变织物表面的织纹效果而不影响织物结构的主体特征<sup>[4]</sup>。在数码组织库的实际应用中,经纬交织平衡或经向交织平衡的全息组织库可以直接

用于织物结构设计,而只有纬向交织平衡的全息组织库可以将织物的纬向做经向上机,或采用色彩平衡排列的图案设计。以上特点正是研究不同组织库组织之间组合设计方法的基础。

传统机织物的复杂组织由简单组织组合而成,针对数码全息组织的设计,单个组织的组合将被组织库之间所有组织的组合所取代。根据复杂组织的基本构成原理,纱线组合排列可以产生的效果只有并列和覆盖 2 种,重组组织是通过经向或纬向的比例排列且相互覆盖实现的,双层组织则需要经纬向同时进行比例排列且经纬全部相互覆盖,因此在研究全息组织的组合设计时,掌握组织间相互并列和遮盖的规律是技术突破的关键。由于全息组织具有共同的组织特点,可以通过不同组织库中基本组织的特点来反映整个组织库中组织的基本特征。图 2 为采用 12 枚缎纹进行 2 层组合结构设计的基本原理。自上而下分别是 12 枚缎纹基本组织的变化组织、基本组织和组合组织效果图。基本组织是 12 枚 5 飞的纬缎,通过组织起始点位移,可以变化产生 11 种变化组织,意味着可以建立 12 个数码组织库(含基本组织的组织库),即  $R$  种, $R$  表示组织循环数。在图 2 中 12 种变化组织与基本组织组合后的组合组织效果图有 12 种,组合方法为纬向 1:1 排列,其中组合后组织点能产生覆盖效果的有 2 种,其特征是具有全部重合的复合组织点,并列不覆盖排列的有 10 种,即  $R-2$  种,由于组织库中的组织是在基本组织的基础上有规律地变化而成,所以根据基本组织的组合效果可以推断出整个数码组织库中的组织进行组合具有相似的效果,在实际设计时可以借鉴基本组织的组合效果进行全息组织的组合设计。

将排列方法增加为 1:1:1 排列时,可以产生 3 纬覆盖、2 纬覆盖和并列不覆盖 3 种效果,3 纬覆盖在 2 纬覆盖的基础上产生,2 纬覆盖的基本原理与 2 纬组合时相同,如图 3 所示,其原理为,在 12 种

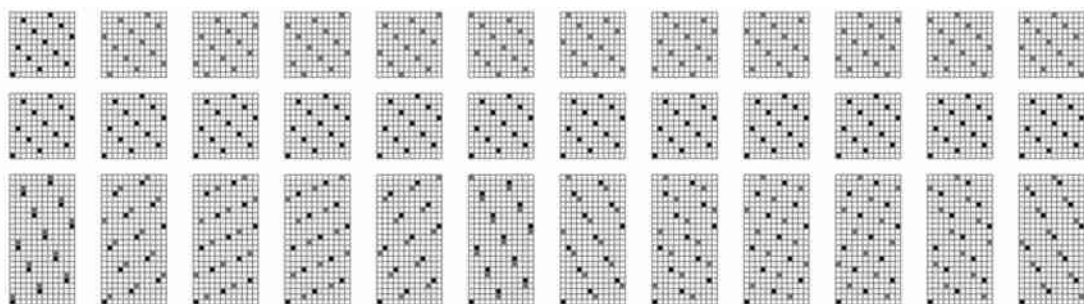


图 2 12 枚缎纹组织纬向 1:1 组合方法示意图

Fig. 2 Design method of 12-thread satin combined in 1:1 order weftwise

2 纬组合效果的基础上增加 1 纬排列, 共有  $R \times R = 12 \times 12 = 144$  种排列方法, 产生覆盖效果的总计有  $2(R-2) + R + 1 = 33$  种, 其中以 2 纬不覆盖效果为基础产生的 2 纬覆盖效果  $2(R-2)$  种, 以 2 纬覆盖效果为基础增加的 2 纬覆盖变化效果为  $R-2$  种, 能产生 3 纬覆盖效果的有 3 种, 所以能产生 2 纬覆盖效果的组织总数为  $2(R-2) + R - 2 = 20 + 12 - 2 = 30$  种; 并列不覆盖的效果为  $(R-2) \times (R-2) +$

$(R-1) = 111$  种, 其中以 2 纬不覆盖效果为基础产生的 3 纬不覆盖效果为  $(R-2) \times (R-2)$  种, 以 2 纬覆盖效果为基础产生的不覆盖效果为  $R-1$  种, 产生覆盖效果所遵循的原则是增加的 1 纬组织点与前一纬或后一纬的组织点有重合, 另外产生 1 个特例组织, 特例组织的前一纬和后一纬的组织点重合, 如图 3 框中组织所示。

依此类推, 该排列方法应用于  $1:1:1:1$  排列时,

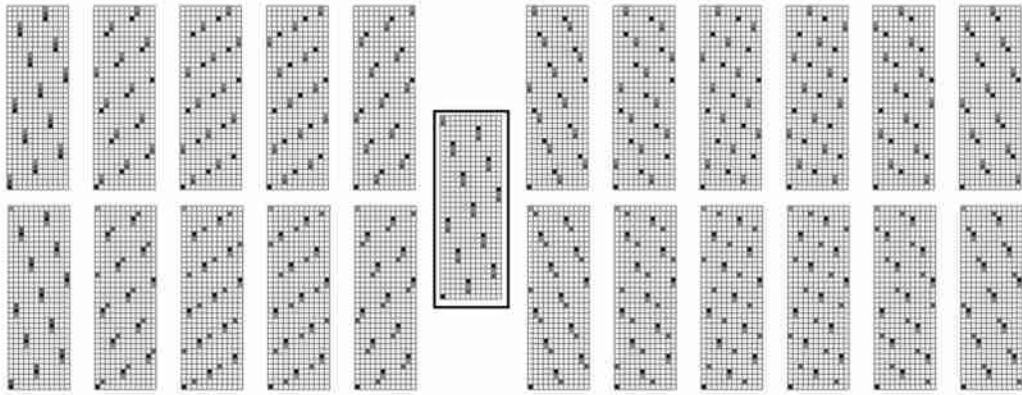


图 3 12 枚缎纹组织纬向  $1:1:1$  组合可以产生覆盖效果的组合方法示意图

Fig. 3 Covered effect of 12-thread satin combined in  $1:1:1$  order weftwise

共有  $R \times R \times R = 1728$  种排列方法, 其中在 3 纬组合的基础上, 以 3 纬不覆盖效果为基础产生的 4 纬并列不覆盖效果为  $(R-2) \times [(R-2) \times (R-2) + (R-1)] = 1110$  种, 存在部分 (2 纬、3 纬) 和全部 (4 纬) 覆盖效果的有  $R^3 - (R-2) \times [(R-2) \times (R-2) + (R-1)] = 618$  种, 其中 4 纬全部覆盖的组合为 4 种, 产生的特例组织数目增加到  $R$  个。由于特例组织的存在, 使部分覆盖效果中 2 纬、3 纬覆

盖结构的组织数目计算变得复杂, 而且随着排列比数的增加, 复杂程度也随之增加。另外为了控制复合组织的纱线浮长, 在组合设计时, 也可以通过组织库分解组合的方法来完成复合组织的设计, 如将 1 个组织库分解为 2 个分组织库, 可将原先  $1:1$  的组合设计变为  $1:1:1:1$  的组合设计。表 1 为 2~4 层组织组合设计的基本数据, 在此基础上结合组织库的分解组合可以满足各种比例组合设计的需要。

表 1 组织库分层组合数据

Tab. 1 Data of layered combination with different weave databases

组合层数	有效组合数	并列效果的组合	覆盖效果的组合	全覆盖的组合
2	$R$	$R-2$	2	2
3	$R^2$	$(R-2)(R-2) + (R-1)$	$R^2 - [(R-2)(R-2) + (R-1)]$	3
4	$R^3$	$(R-2)[(R-2)(R-2) + (R-1)]$	$R^3 - (R-2)[(R-2)(R-2) + (R-1)]$	4

注:  $R$  表示组织循环。

### 3 数码机织物组织结构组合设计方法

机织物全息组织的设计方法很多, 可以分为规律性设计和非规律性自由设计 2 种方法。在适用于计算机处理的规律性设计方法中, 主要有经向、纬向和斜向 3 种增加组织点方法, 如果考虑组织点交织平衡的原则, 只有 2 种方法适用, 即通过经向或纬向增加组织点进行设计。图 4 列举了 8 枚缎纹的 2 组

不同的全息组织库组织, 上面的一组满足纬向交织平衡, 下面一组则满足经向交织平衡。

图 5 为 2 个组织库中部分组织分别与另一个相同的组织库中的基本组织 (变化起始位置所得)  $1:1$  纬向组合后的效果, 根据组织交织平衡原则, 上排的组织结构经纬交织平衡效果明显优于下排的组织, 而且上排组织组合后纬向仍然保持交织平衡的效果。如果直接进行结构设计, 只要图像内容合适, 也能满足织物结构平衡的要求。如果将上排的组合组

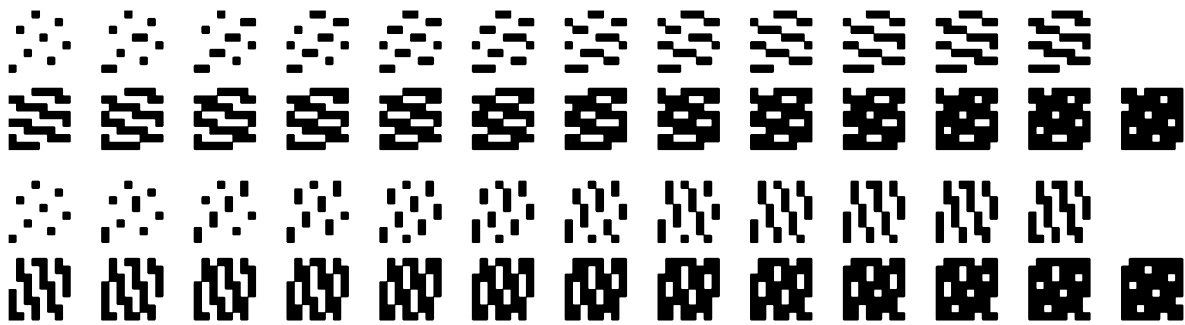


图 4 8 枚缎纹的全息组织库设计方法示意图

Fig. 4 Gamut weaves design of 8-thread satin

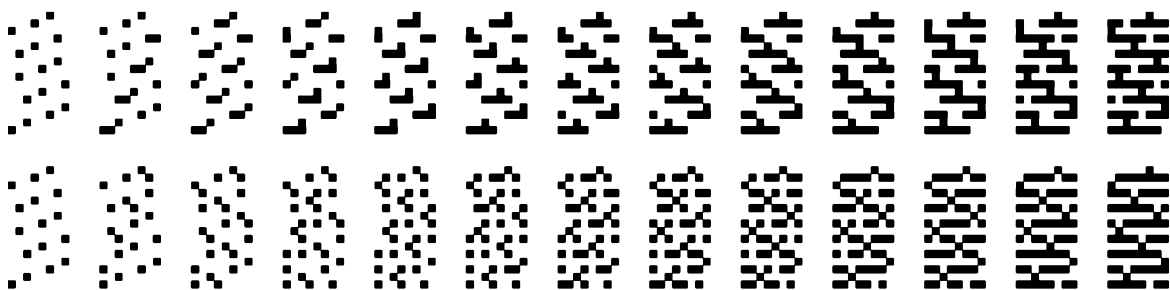


图 5 8 枚缎纹的全息组织库组合设计方法示意图

Fig. 5 Combined effect of partial gamut weaves of 8-thread satin

织纬向变为经向进行结构设计, 在生产上没有任何问题, 可满足任何图像的设计需要; 反观下排组织的组合效果, 由于经纬向的交织平衡均不理想, 不能用于织物的结构设计, 原因是无法正常生产。结论是: 在组织库的组合设计方法中, 通过经向变化设计完成的组织库组织只能进行经向的比例组合, 组合后可任意进行织物结构设计和生产。如果要将经向变纬向进行生产, 在设计时需要图像进行限制, 图像的色彩要求均匀分布。通过纬向变化设计的组织库组织只能进行纬向的比例组合, 组合后可以任意设计织物结构和变纬向为经向进行生产。

### 4 结 语

数码机织物组织结构组合设计方法研究, 是以全息组织和组织库设计为基础, 结合传统复杂组织的结构设计特点, 提出创新的分层组合的设计构思, 来解决不同组织库组织间的组合设计问题。通过研究发现, 不同组织库之间的组织组合随着组合

层数的增加, 组合结构效果随之增加, 综合应用不同的组合方法和组合效果, 可以方便地用于数码机织物的设计创新, 特别是分层组合设计模式下数码提花织物的设计创新。由于该设计方法与图案的题材无关, 只要符合全息组织和组织库的设计原则, 设计师可以通过数码图像设计来进行织物效果的创新, 设计出的织物结构具有随机复合特点, 从织物效果无法分析分解出组织结构的设计方法, 在没有原始设计数据的情况下, 设计生产的机织物难以被复制。

FZXB

### 参考文献:

- [ 1 ] 周赳, 吴文正. 有彩数码提花织物的创新设计原理和方法[ J ]. 纺织学报, 2006, 27(4): 7—9.
- [ 2 ] 浙江丝绸工学院, 苏州丝绸工学院. 织物组织与纹织学: 上册[ M ]. 北京: 中国纺织出版社, 1987: 7—8.
- [ 3 ] Newton A, Saiker B P. An analysis of compound weaves[ J ]. Journal of The Textile Institute, 1979, 70(10): 427—439.
- [ 4 ] 周赳, 吴文正. 基于数码技术的机织物组织设计原理和方法[ J ]. 纺织学报, 2007, 28(4): 55—58.