

文章编号: 0253-9721(2006)04-0001-05

# 无彩数码提花织物的创新设计原理和方法

周 赳, 吴文正

(香港理工大学 纺织及制衣学系, 香港)

**摘 要** 根据数码设计原理, 数码提花织物的创新设计研究按设计方法可分为无彩和有彩两种类型。对无彩数码提花织物的创新设计原理和方法进行深入分析, 提出无彩灰度的计算机色彩设计原理以及对应的数码全息组织库的建立方法。以单层结构提花织物为基础, 在设计方法上将织物结构设计 with 织物色彩设计有效分离, 在 CAD 系统中根据不同亮度值将数码图像灰度与组织库中的组织进行配对替换, 实现织物结构的自动设计, 该设计原理和方法满足无彩提花织物人工智能设计的技术要求, 同时也是彩色提花织物组织自动生成原理和方法的基础。

**关键词** 数码; 提花织物; 无彩; 灰度; 组织库

中图分类号: TS941.26 文献标识码: A

## Innovative principle and method of colorless digital jacquard fabric design

ZHOU Jiu, Frankie Ng

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

**Abstract** The research on innovative design of digital jacquard fabrics can be divided into two parts according to the design theory of digital image. This paper made an in-depth analysis of the innovative principle and method of design of colorless digital jacquard fabrics, presented the computer color design principle of achromatic color and the method for setting up of the corresponding holographic digital database of fabric weaves. Starting from the jacquard fabric with single-layer structure, the fabric structure design is separated from fabric color effect design, and the matching and substitution of the gray of digital image with that in the database of fabric weaves are completed automatically through CAD system according to different brightness, thus realizing automatic designing of the fabric structure. This innovative principle and method can meet the technical requirements of artificial intelligent design of the achromatic jacquard fabric and provide a basis for creating a new concept of colorful digital jacquard design.

**Key words** digital; jacquard fabric; colorless; gray; database of fabric weaves

提花织物的设计一直是采取依样仿制的设计模式, 也就是先画稿再进行仿真结构设计。数码提花织物是计算机技术与提花技术相结合的产物, 其设计理念和设计流程完全建立在计算机识别和处理的数码设计技术的基础上, 设计对象直接采用计算机的图像和色彩模式。这样数码提花织物的创新设计效果完全超越了手绘图案的表达极限, 真正体现了提花织物所特有的艺术创新魅力。根据数码设计原理, 特别是数码色彩原理, 可以将数码提花织物创新设计研究在设计方法上归为无彩和有彩两种类型, 这里的无彩和有彩不仅仅是织物的色彩效果, 更代

表数码提花织物创新设计的模式。本文对无彩数码提花织物的创新原理和方法进行了深入剖析。

## 1 无彩数码提花织物的创新设计背景

### 1.1 传统提花织物的设计方法和主要特点

提花织物的品种很多, 从织纹结构上看, 主要有单层、重纬、重经、双层 4 种基本类型。从传统提花织物的整个设计流程看, 纹样和色彩的手绘设计是整个设计流程的起点, 工艺和织物结构设计的目的在于纹样和色彩效果的复制(见图 1), 受手绘技术

收稿日期: 2005-07-04 修回日期: 2005-10-31

作者简介: 周赳(1969-), 男, 副教授, 博士生。主要研究领域为纺织产品, 特别是数码纺织品的研究与开发。

的局限,传统提花织物的设计一直是一种被动的设计,是一种依样仿制的艺术设计模式,其设计的最高境界只能是仿真,而且由于显色原理的不同,这种仿真只能是相对的仿真<sup>[1]</sup>。



图 1 传统提花织物的主要设计流程

在提花织物设计流程中,意匠设计是设计的关键环节,它体现了提花织物设计独有的技术和艺术特点,但由于提花织物的意匠设计繁琐复杂,变化丰富,都是以经验传带的方法进行继承。目前纺织 CAD 系统的应用是以辅助提花织物意匠设计为主要目的,从而提高了提花织物设计的效率,纺织 CAD 系统的应用从本质上看已经摆脱了手绘意匠图的制约,但其设计对象仍以手绘纹样为主,在设计理念上没有更多的创新,无法真正体现数码技术应用所带来的创新优势。

## 1.2 数码提花织物与无彩数码提花织物

数码提花技术包括以纺织 CAD 系统为代表的辅助设计技术和以电子提花机与新型织机为代表的数码生产技术,其设计、生产在全数字控制的过程中完成,提花织物从设计数据到提花信息数据均在计算机中处理、控制和传输,为提花织物的数码创新设计提供了技术基础<sup>[2]</sup>。从本质上看,提花织物的织纹色彩表现遵循设计色彩学中的混色原理,是织物结构和原料色彩的完美结合,具体地说就是通过纺织技术的物化手段对纺织材料进行审美加工的一种美的创造,完全符合艺术设计的概念表述,只要摆脱手绘纹样的技术局限,直接面对客观物象进行提花工艺处理,就能够实现提花织物真正意义上的创新设计。由于计算机提花技术原理源于提花织物的提花信息控制原理,所以利用数码技术将客观物象数字化,并将数码图像直接进行结构设计的构想是可行的,该方法彻底摆脱了手工描绘的限制,将提花织物的创新设计贯穿整个设计流程,为数码提花织物的创新设计开辟了广阔的空间。数据码提花织物设计流程如图 2 所示。

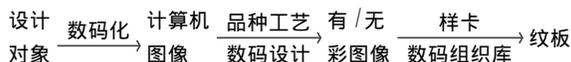


图 2 数码提花织物的创新设计流程

根据数码设计原理中的数码色彩原理,将数码提花织物的创新设计分为无彩和有彩两种类型,用于区分数码图像的类型和对应的设计方法。这里的无彩不仅仅是指提花织物色彩,更代表一种结合无彩模式数码图像设计原理的提花织物设计方法,而计算机图像只是作为提花织物结构设计的模板,就像艺术设计中造型的基础,并不代表提花织物最终的织纹色彩效果,织物最后的色彩要由经纬纱线的色彩决定。无彩数码提花织物的设计方法基于数码色彩原理中的无彩色(或称非彩色)原理的应用,解决的是无彩模式下计算机数码图像用于提花织物的设计原理和方法,其核心在于解决无彩数码图像应用于提花织物设计的 2 个关键环节:数码色彩设计和数码结构设计。无彩数码提花织物的色彩设计以灰色色彩模式为基础;在织物结构设计上,需设计并建立全系列数码组织库,通过将无彩图像的灰度级别与数码组织库中的组织直接对应的方法完成其结构设计。无彩数码提花织物在织物结构类型上与传统的单层及以单层为主的提花织物类型一致,但其经纬色彩的组合设计可以从传统的捆绑设计中独立出来,形成艺术创新设计的新亮点。

## 2 无彩数码提花织物的创新设计原理

### 2.1 色彩设计原理

根据设计学的色彩原理,无彩色系(achromatic color)由黑白和一系列的中性灰形成<sup>[3]</sup>,而在计算机数码色彩原理中,对应的“无彩色”图像可以用灰度色彩模式来表示和处理,灰度色彩模式中没有色相、饱和度等色彩信息,只有一个亮度参数,亮度值为最大时显示白色;亮度值为最小时显示黑色,此外所有的彩色图像都可以通过色彩模式转换形成“无彩色效果”,计算机对无彩图像的表现是以不同的灰度级别来实现的,灰度级别由灰度图像的位长来控制<sup>[4]</sup>。表 1 为灰度图像位长与灰度级别的关系。

表 1 灰度图像位长与灰度级别的关系

位长/位	灰度级别/级	位长/位	灰度级别/级
1	2	6	64
2	4	8	256
4	16		

根据表 1 的数据,8 位 256 级灰度的“无彩色”图像可以满足各种题材的图像表现,可以用 0~255 表示不同亮度值的灰度。在正常的视觉条件下,肉眼可以分辨出 64 级灰度的图像,设定 64~256 级的灰

度级别基本可以满足所有利用“无彩”数码图像进行数码提花织物设计的需要。关键的问题是如何将计算机对无彩图像的处理方法与提花织物的结构设计相结合。至于数码提花织物的织纹色彩效果,可以在完成结构设计后根据设计的需要进行经纬配色,从而产生与提花织物织纹效果一致的织纹色彩。

## 2.2 结构设计原理

分析提花织物的结构特征,不难发现,单层结构和以单层结构为主的提花织物与无彩图像的处理方法有着一定的共性,那就是通过单层影光组织可以实现提花织物类似无彩图像灰度级别的表示。传统的单层提花织物在组织设计时往往采用单组织设计,缺少对该组织的全息组织系列的研究,以五枚缎纹为例,常用的传统组织为五枚纬缎、五枚经缎,但将五枚缎纹纳入数码全息组织的范畴,就可以看到

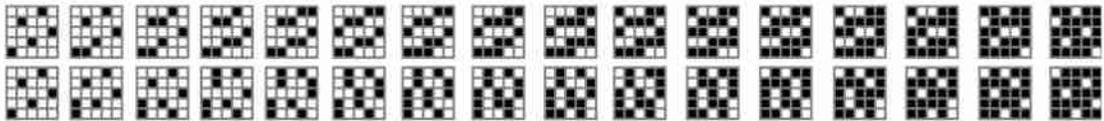


图 3 五枚缎纹数码全息组织系列

表 2 不同组织循环的影光组织可以产生的灰度级别

组织循环	灰度级别			
	$M=N$	$M=\frac{1}{2}N$	$M=\frac{1}{4}N$	$M=1$
5×5	4	—	—	16
8×8	7	13	25	49
10×10	9	17	—	81
12×12	11	21	41	121
16×16	15	29	57	225
20×20	19	37	73	361
24×24	23	45	89	529
32×32	31	61	121	961
40×40	39	77	153	1521

其中,当组织间的组织点增(减)值  $M = N$ , 灰度级别为:  $N - 1$ ;  $M = \frac{1}{2}N$ , 灰度级别为:  $2(N - 1) - 1$ ; 当  $M = \frac{1}{4}N$ , 灰度级别为:  $2[2(N - 1) - 1] - 1$ ; 当  $M = 1$ , 灰度级别为  $N(N - 2) + 1$ ;  $N$  表示组织循环数。该计算方法适用于所有规则缎纹和斜纹组织建立相应的数码组织库,当  $M$  为 1 时,建立的数码组织库就是该组织的数码全息组织库,组织库中包含了该组织的所有变化。

其结构变化的本质。

图 3 所示的是 2 种方法设计的五枚缎纹的全息组织,产生的效果与计算机灰度图像的处理方法完全一致,在实际应用中,全息组织的设计方法可以千变万化,但其组织数目是不变的。这就为建立无彩数码提花织物的数码全息组织库提供了依据,同时也能满足计算机对数码图像灰度级别和全息组织库中组织的智能配对。根据单层提花织物的工艺特点,不同工艺的单层织物可选用组织循环的范围在 5~40 枚之间,按照组织的通用性和满足组织循环是常用纹针数约数的要求,5~40 枚之间的有效组织循环为 5, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 32, 40。表 2 是各种组织循环下可建立的数码全息组织的数据。根据满足小于 256 灰度级别处理的要求,可以确定每一循环组织的全息组织数目和与之相应的组织结构方法。数据如表 2 中加下划线的数字所示。

## 3 无彩数码提花织物的设计方法

### 3.1 色彩设计方法

客观物象在数字化后形成计算机图像,可以将所有的数码图像在输入计算机后转化为灰度图像,在经过图像处理、修正和调节后,将满意的图像归并为符合提花织物设计要求的灰度级别,其设计过程如图 4 所示。

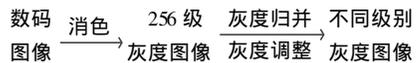


图 4 无彩数码提花织物的色彩设计方法

图 4 中数码图像可以通过摄像、扫描和格式转换等数字化方式得到,并在各种色彩模式下创新和处理,最后将彩色图像消色后形成 256 级灰度图像,并根据图像特点进行灰度调整。因为没有色彩差别,所以需要将灰度的对比加大,确保灰度级别中最亮和最暗的灰度值为亮度值 255 和 0,这样在下一步灰度归并时可以保证灰度图像的最佳效果。灰度归并的原理为加大每一灰度级别的级差从而减少灰度级别。如 256 级灰度亮度级差为 1, 128 级灰度亮度级差为 2, 64 级灰度亮度级差为 4, 经灰度归并的计

计算机图像具有明确的灰度阶层。与传统提花织物计算机辅助设计不同,该图像没有必要如手工意匠处理一样对图像边缘进行修改,相反数码图像频繁的灰度交叉细节,不仅不会影响数码结构的设计效果,而且会减少织纹图案塌边等病疵的产生。

### 3.2 结构设计方法

无彩数码提花织物的结构设计不是被动地根据意匠色单个设计组织,而是研究建立数码全息组织库的方法,以不变的组织库组织去满足不同灰度级别数码图像的结构设计需要。

#### 3.2.1 数码组织库建立的方法

无彩数码提花织物组织库的建立借鉴影光组织的设计原理,不同组织循环的简单组织都可以构建各自的全息数码组织库,但相同组织循环的组织库中的组织数完全相同。根据影光组织设计原理,以缎纹或斜纹原组织为基础组织,建立从经面(纬面)逐步过渡到纬面(经面)的组织系列<sup>[5]</sup>,过渡的方向主要有斜向、横向和纵向过渡,见图 5。斜向过渡由于组织结构平衡能力差而较少使用;横向过渡主要用于设计经密小于纬密的品种;纵向过渡主要用

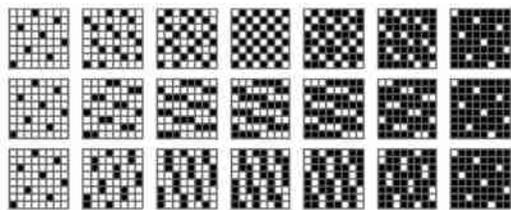


图 5 影光组织 3 种过渡方向

于设计经密大于纬密的品种。

除影光组织过渡的方向外,影光组织过渡的组织点增加数也非常重要,它决定了组织库中组织数目的大小。常用组织点增加方式依次为  $M = N$ 、 $M = N/2$ 、 $M = N/4$ 、 $M = 1$ 。图 6 表示八枚缎纹组织分别采用  $M = 8$ 、 $M = 4$ 、 $M = 2$  的组织点增加方式(自上而下)建立的组织库。

无彩数码提花织物的组织库根据影光组织的组织点增(减)值  $M$  来确定,  $M$  取该组织完全循环数时,形成的组织库组织数目最少;当  $M$  取 1 时,组织库组织数目最大,形成该基础组织的全息组织库。图 7 为八枚缎纹组织的全息数码组织库,组织库中有 49 个组织。基础组织的组织循环越大,可设计出的全息组织库的组织数目越多。

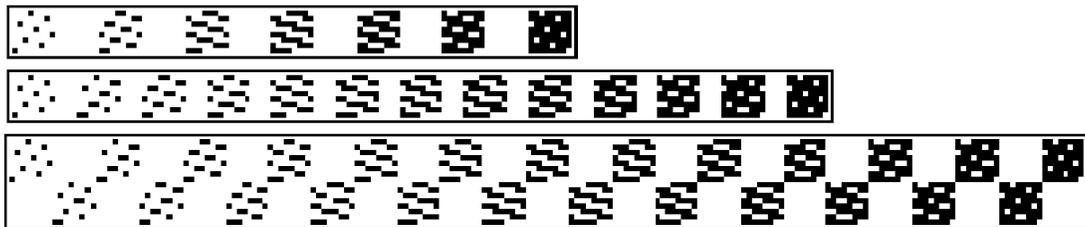


图 6 影光组织过渡的组织点增加方法

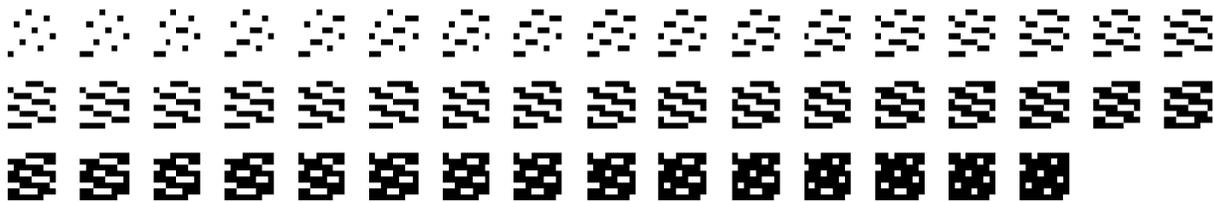


图 7 八枚缎纹组织无彩数码提花织物组织库

#### 3.2.2 数码组织库的应用方法

从全息数码组织库的设计原理和设计方法可以看出,某一类型组织的全息数码组织库包含了该组织的所有组织变化,如图 7 中的组织库包含了八枚缎纹的所有变化,利用该组织库中的组织可以对无彩数码图像进行结构设计,无彩数码图像中灰度的亮度值是进行组织对应的基本参数,亮度值最大、最

小值根据经纬纱线色彩配置的不同,可以分别对应组织库中两端的纬面、经面或经面、纬面组织,中间的灰度则根据其亮度值的级差大小可以在组织库中找到相应的组织,该方法完全满足数码图像灰度和组织库组织智能配对的技术要求。

从工艺角度看,数码组织库中的组织由于组织循环相同,结构紧度相近,能自动满足结构平衡的要

求。另外,不同组织循环的组织库在结构设计时的选用标准只与设计织物的经纬密度有关,因此,只要建立合适的数码全息组织库,就能实现无彩数码提花织物的智能设计,且与数码灰度图像的具体内容无关,也就是对数码图像可以进行没有限制的创新效果设计,且数码灰度图像规格越大,织物经纬密度越高,织物的效果越逼真。

## 4 结 语

无彩数码提花织物创新设计研究,结合了织物结构学、色彩学和计算机科学的基本原理,突破了传统提花织物设计理念的影响。采用该技术设计产品真正摆脱了人工的制约,极大地释放了纺织品设计师的创新空间,不仅为开发新颖的单层结构提花织

物创造了条件,也为提花织物计算机智能化设计的技术研究提供了有效的理论依据。随着数码提花织物创新设计概念的提出和完善,必然会迎来一轮提花织物创新设计的新潮流。  
FZXB

### 参考文献:

- [ 1 ] 浙江丝绸工学院, 苏州丝绸工学院. 织物组织与纺织学(下册)[M]. 北京: 中国纺织出版社, 1997. 387—409.
- [ 2 ] 李志祥. 电子提花技术与产品开发[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2000. 179—214.
- [ 3 ] 宋建明. 色彩系列讲座[J]. 流行色, 2000, (1): 74—77.
- [ 4 ] 周超. 电子提花黑白景像织物的产品设计原理[J]. 纺织学报, 2002, 23(1): 38—40.
- [ 5 ] 周超. 数码提花织物的研究理论和研究框架[J]. 纺织学报, 2003, 24(3): 17—18.

## 我刊论文荣获 第三届中国科协期刊优秀学术论文奖

由《纺织学报》推荐的论文“人造血管的生物力学性能表征”(作者:王璐、丁辛、Durand Bernard, 刊登于《纺织学报》2003年第1期)荣获第三届中国科协期刊优秀学术论文奖。

中国科协期刊优秀学术论文评选活动由中国科学技术协会主办,从2003年起每年一届,每届评出100篇优秀学术论文。旨在提高学术期刊质量,鼓励科技工作者发表高水平的学术论文,促进学科发展和人才成长。

第三届中国科协期刊优秀学术论文推荐范围为:2000年1月至2004年12月发表在中国科协所属全国性学会、协会、研究会主办的学术期刊上的学术论文,中英文不限。推荐参评的论文共608篇,经过三轮评审和14天的公示,评选出优秀学术论文100篇。2006年2月23日在中国科技馆隆重举行了第三届中国科协期刊优秀学术论文奖颁奖活动。

《纺织学报》每年都积极参加中国科协期刊优秀学术论文评选活动,向评委会推荐在我刊发表的优秀学术论文,希望广大作者和读者踊跃投稿。

《纺织学报》编辑部