

织物组织设计中的综合和分解算法

赵良臣 闻 涛

(浙江工程学院,杭州,310033)

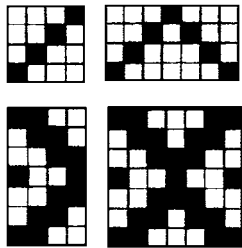
摘 要:基本纹板概念和基本纹板阵的引入是计算机织物组织设计系统研制的基础,它揭示了纹板排列和穿综排列与织物组织间的关系是完全对称的,为织物组织设计的分解与综合算法提供了理论基础。素织物组织设计中还必须同时考虑综框方面的约束要求。

关键词:织物组织设计 织物组织分解 复合组织

中图法分类号:TS 105.11 文献标识码:A

1 织物组织上机图及其矩阵表示

传统的织物组织设计中的上机图如图 1,由纹板图(左下),穿综图(右上)和组织图(右下)三部分组成。各图可用只含 0 和 1 的布尔阵来表示,分别



记作 WB, CZ, ZZ 。

$$WB = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

图 1 织物组织上机图

$$CZ = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$ZZ = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

WB 阵中每行对应一块纹板,每列反映了一种经线的提升规律。例如可约定用 1 表示提升,0 表示不提升。本例中 WB 有四列,故有四种提升规律。

CZ 阵中每行对应一个综框,每个综框受一种经线提升规律的控制。 CZ 阵的列表示一根经线穿入了哪个综框,本例中第 1 和第 7 经都穿入了综框 1,亦即这两根经线的提升规律由 WB 的第一列来控制。

ZZ 阵是织物组织循环的一个基本单元,例中的组织由 7 经和 7 纬交织出的 49 个组织点组成。应采用与 WB 阵中一致的约定,用 1 表示经浮,用 0 表示经沉。 ZZ 阵可以看作 WB 阵各列的可重复排列。

一般地,当第 j 根经线穿入第 I 个综框。则有:

$$CZ_{i[j]} = WB_{i[I]} \quad (1)$$

一根经线能且只能穿入一个综框,故 CZ 阵元素取值为:

$$CZ_{k[j]} = \begin{cases} 1 & k = I \\ 0 & k \neq I \end{cases}$$

如此(1)可写成复杂的乘积式:

$$ZZ_{i[j]} = \sum_k WB_{i[k]} * CZ_{k[j]} \quad (2)$$

或相应的矩阵表示式:

$$ZZ = WB * CZ \quad (3)$$

(3)式虽然简洁,但并不实用。

2 基本纹板与织物组织设计图

纹板阵的列反映了经线的提升规律,通常情况下是互不相同的。但纹板阵的行则可能有相同的。事实上,在实际织物组织的纹板阵中往往存在大量彼此相同的行。纹版阵可以分解为初等矩阵 E 和只含不同行的纹版压缩阵 YS 之积。本例中

$$WB = E * YS = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

代入式(3)得

$$ZZ = E * YS * CZ \quad (5)$$

相应地式(2)变为

$$ZZ[i][j] = \sum_k \sum_l E[i][k] * YS[k][l] * CZ[l][j] \quad (6)$$

注意到 E 阵中每行有且只有一个非零元素, CZ 阵中每列有且仅有一个非零元素。因此(6)式右端求和式中真正需要关心的只有一项,具体地说只需要记下 E 中的 i 行中元素 1 所在的列号 $k = COL$ 和 CZ 中 j 列元素 1 所在的行号 $l = ROW$ 。为此将 E 压缩为只记非零元素所在列号的向量 VA , 将 CZ 压缩为只记非零元素所在行号的向量 VB 。于是式(6)可改写为:

$$ZZ[i][j] = YS[COL][ROW] = YS[VA[i]][VB[j]] \quad (7)$$

为了使织物组织设计窗口布局更合理,取 YS 的转置

$$BWB = (YS)^T \quad (8)$$

这样式(7)写成:

$$ZZ[i][j] = BWB[VB[j]][VA[i]] \quad (9)$$

在以下的叙述中,称为:

BWB 为基本纹板阵,它是纹板阵 WB 删去所有相同行后的转置,其列向量称为基本纹板,列数为基本纹板数 $BWBS$,行数是综框数 ZPS 。

VA 为纹板排列向量, $VA[i]$ 的工艺含义是第 i 块纹板的基本纹板号。向量元素个数等于纹板数

WBS 。

VB 为穿综排列向量, $VB[j]$ 的工艺含义是第 j 根经线所穿入的综框号。向量元素个数等于穿综数 CZS 。

就图 1 的例子,可得

$$BWB = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$VA = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 3 \ 2 \ 1]$$

$$VB = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 3 \ 2 \ 1]$$

按(9)式求组织点(4,5), $ZZ[4][5] = BWB[VB[5]][VA[4]] = BWB[3][4] = 0$,即这是一个经沉点。

图 2 是增加了基本纹板图,并将纹板图改用纹板排列图后的织物组织设计图。

图 2 织物组织设计图

3 织物组织设计算法

3.1 综合设计算法

综合设计方法是指通过纹板和穿综设计来获得组织。事实上由 WB 易得 BWB 和 VA ,而穿综设计就是 VB ,所以本算法可归结为已知 BWB, VA, VB ,求 ZZ 。

BWB 和 ZZ 阵都是布尔阵,各元素仅需用位(bit) 记存。采用各行作列压缩较方便。用 C 语言的位运算符,则(9)式右端值为:

$$Above = BWB[VB[j]][VA[i] \gg 3] \& (0 \times 80 \gg VA[i] \% 8) \quad (10)$$

(9)式中赋值运算符需根据 $Above$ 值是否非零分别按位或及按位与:

$$Above ? ZZ[i][j \gg 3] | = (0 \times 80 \gg j \% 8) : ZZ[i][j \gg 3] \& = \sim (0 \times 80 \gg j \% 8) \quad (11)$$

综合设计可用在对组织的重复,对称,镜像等比较简单的应用中。

3.2 分解设计算法

分解设计是指直接进行组织设计,然后从组织分解出纹板和穿综的工艺数据。因此本算法可归结为已知 ZZ ,求 BWB, VA, VB ,进而由 BWB 及 VA 算出 WB 。

事实上(9)式已指出了分解的途径, ZZ 阵的 i 行取自于 BWB 阵的 $VA[i]$ 列, ZZ 中任意两行 i_1, i_2 ,只要 $VA[i_1] = VA[i_2]$,那么它们仍取自 BWB 阵中同一列。因此删除掉 ZZ 阵中相同的行不影响

获取 BWB 阵, BWB 阵的行与 ZZ 阵的列的关系亦是如此。分解设计算法主要是下面三步。

按照一定的次序逐行扫描 ZZ 阵,首次出现的不同行将作为基本行,基本行的序号就是基本纹板号。与基本行相同的行具有同一序号,这就得到了 VA 。

类似地逐列扫描 ZZ 阵,首次出现的不同列将作为基本列,基本列的序号就是综框号,与基本列相同的列具有同一序号,这就得到了 VB 。

最后从 ZZ 阵中摘取基本行和基本列的交点值,经转置后就是 BWB 。

复合组织的设计可以利用分解算法,在衬衫料和手帕类织物的设计中更是将分解设计作为主要的设计手段。

4 结束语

基本纹板概念和基本纹板阵的引入是计算机织物组织设计系统研制的基础。它揭示了纹板排列和穿综排列与织物组织间的关系是完全对称的。关系式(9)为织物组织设计的分解与综合算法提供了理论基础。采用基本纹板及位处理方法能大幅度降低存储开销,这对规模较大的组织(像手帕这类织物)效果尤为显著。设计师在织物设计过程中总是交替使用分解设计和综合设计这两种方法的,提供方便灵活的用户界面是一个计算机织物组织设计系统的基本要求。

综框数是素织物织机的一个重要性能指标,目前大部分织机的综框数小于 32,这就是说素织物设计中必须考虑综框方面的约束条件。上述分解算法中没考虑综框约束,称为无约束分解算法。

1. 无约束分解算法的分解结果 VA , VB , BWB 与算法中扫描方式有关。虽然在大部分情况下这没有什么问题,但有时设计人员出于工艺考虑,仍希望

调整综片次序。这是一个简单的排列置换,软件系统可方便地实现这一点。

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_1 & a_2 & \dots & a_n \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_1 & b_2 & \dots & b_n \end{vmatrix}$$

2. 经过无约束分解后,所需的综框数总是最少的,实际上这并不总是好事,涉及综框负荷的均匀分配问题。最简单的平纹组织只需二片综,但大部分企业在织造时采用四片以上综,这样做有利于减小综框负荷和织机保养。

一般地,设某一组织经无约束分解后综片数为 n ,织机能提供的综框数为 N ,采用整数除法,存在整数 k 和 r ($k \geq 0, r < n$),使 $N = k \cdot n + r$,简称 k 为复制系数。以下给出复制后的矩阵变换关系:

			CZ	0	0		
			0	CZ	0		
			0	0	CZ	KBWB	KVB
WB	WB	WB	ZZ	ZZ	ZZ	KVA	KZZ

记复制后的排列向量为 KVA 和 KVB ,基本纹板阵为 $KBWB$ 。注意到复制前后纹板排列向量并没变动,穿综排列向量和基本纹板阵变化也极为简单。易得

$$KVA[i] = VA[i] \tag{12}$$

$$KVB[j] = VB[j \% CZS] + ZPS * j / CZS \tag{13}$$

$$KBWB[i][j] = BWB[i \% ZPS][j] \tag{14}$$

有了上述三式,再按式(10) 式(11)就可计算得到组织阵 KZZ 。

参 考 文 献

- 1 赵良臣. 织组织纹板设计理论探讨. 纺织学报, 1987(12): 43 ~ 47.
- 2 沈 干编著. 丝绸产品设计. 北京: 纺织工业出版社, 1993.
- 3 浙江丝绸工学院等. 织物组织与纺织学. 北京: 中国纺织出版社, 1994.

“第十届全国花式纱线及其织物技术进步研讨会”正在征集论文

经中国纺织信息中心、国家纺织产品开发中心和中国纺织工程学会信息专业委员会研究,决定于今年 12 月“第十届全国国际纺织工业展览会”期间,召开“第十届全国花式纱线及其织物技术进步研讨会”。现热忱欢迎相关单位的代表参会并围绕以下主题撰写论文。

会议主题:我国花式纱线产品、技术、设备发展回顾;国内外花式纱线技术发展趋势;国内外花式纱线机介绍;国内外花式纱线产品的开发;花式纱线成本核算与效益评估方法;花式纱线行业标准制订的探讨;花式纱线织物结构分析及产品设计;流行色应用;新型纺织原料在花式纱线上的开发和利用。

会议期间,组委会将根据文章的质量评选优秀论文和指定做大会交流,并在会议期间颁发论文获奖证书。为便于统一安排,请将文章的打印稿和软盘同时在 10 月底前寄达主办单位,或通过 E-mail 传到组委会。

联系单位:中国纺织工程学会信息专业委员会

电 话:010-65016539,65017774/5/6

地 址:北京市延静里中街 3 号办公楼六层

传 真:010-65016538 65016539

邮政编码:100025

电子邮件:consult@ml.ctei.gov.cn