

# 府绸结构设计原理

西北第一棉纺织厂

行有群

平布和府绸都是平纹组织，然而却具有明显不同的风格特征。平布的特点是：经纬纱组织点浮长基本相等，组织点的波峰位于同一平面上，其分布接近正方形。因而布面均匀平整丰满，在使用过程中经纬纱组织点同时承受着摩擦力(如图1)。府绸则完全不同，它的特点是：经纬纱组织点的波峰不在同一平面上，而是经组织点高于纬组织点，凸出于织物表面，形成了具有独特风格的菱形颗粒。经组织点不但凸起且浮长也大，这样就使经纱在布面上占了优势，在使用过程中几乎承受了全部的摩擦力，保护了纬纱免受损伤，这是府绸织物经纬向密度虽然差异较大，但并不影响使用寿命的主要原因。其组织点的分布为菱形(如图2)。

产生这些区别的主要原因是经纬纱紧度配置不同而形成的不同布面效应。然而怎样

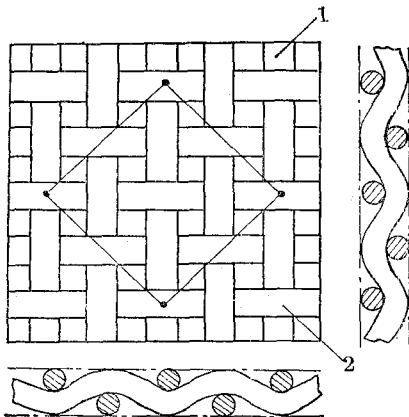


图1 平布特征  
1—经纱；2—纬纱。

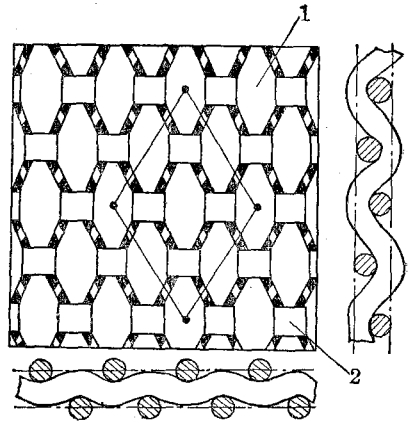


图2 府绸特征  
1—经纱；2—纬纱。

配置才能形成府绸效应？对于这个问题，目前从理论上论证不多，实践中也没有一套完整的设计方法，因此设计时只能以棉布标准和棉织手册中所规定的范围作为参考。但是这些范围是如何制定出来的，设计时经纬纱紧度如何选择配套，都无具体说明，故运用时仍有困难。查阅我国各个时期制定的棉布

表1

紧 度 标 准	项 目			经纬比例
	经向紧度 (%)	纬向紧度 (%)	总紧度 (%)	
65标准	60以上	经纬向紧度差异率在140%及以上		
71标准	纱65~75 线70~80	40~50		5:3
78标准	61~80	35~50	75~90	5:3

注：经纬向紧度差异率(%) =  $\frac{\text{经向紧度}}{\text{纬向紧度}} \times 100\%$

标准中所规定的经纬纱紧度的配置范围是不一样的,如表 1 所示。

从表 1 可以看出,每修改一次标准,都要修改紧度的范围,一直在探索之中。每修改一次都更加合理完善。例如 65 标准中,经纬向紧度只有下限而无上限,这是不够严密的。在 71 标准中就有了改进,经纬向紧度都定出了上限,同时提高了经向紧度的下限,降低了纬向紧度的下限,还增添了经纬比例一项,这样设计时就选择范围大大的缩小了。在 78 标准中又进一步降低了纬向紧度的下限,这样就更加合理了。但是把经向紧度的下限由 65% 减为 61% 却是一个后退,同时还有纬向紧度上限偏高,经纬比例范围偏小的缺点。因此对产品的分类和指导设计都还存在一些问题。

本文拟从几何学的观点探讨府绸的形成原理,提出确定经纬向紧度合理配置的理论依据和府绸的设计方法。

## 一、府绸的形成原理

平纹织物,由于经向紧度的不同,可以形成各种不同的结构形式。概括起来可分为平布结构形式和府绸结构形式。

### (一) 平布结构

1、当  $\lambda_T \geq d_T + d_W$  时,可以作到第 1 阶序,即经纱无弯曲。 $\lambda_T > d_T + d_W$  的织物叫稀疏织物; $\lambda_T \leq d_T + d_W$  的织物叫做紧密织物。 $\lambda_T = d_T + d_W$  叫做稀疏织物的临界几何密度。(参看图 3。)

2、当  $\lambda_T < d_T + d_W$  时,相邻两根经纱的间隙  $a < d_W$ ,纬纱不能任意屈曲,所以不能达到任意阶序。 $\lambda_T$  愈小,可得到的阶序愈高。当  $\lambda_T$  小到某一数值时,将会出现经纱组织点和纬纱组织点的波峰处于同一平面上的现象,即达到了织物第 5 结构阶序,如图 4 所示。此时的几何密度称为平布的临界几何密

度,用  $\lambda_{T5}$  表示。

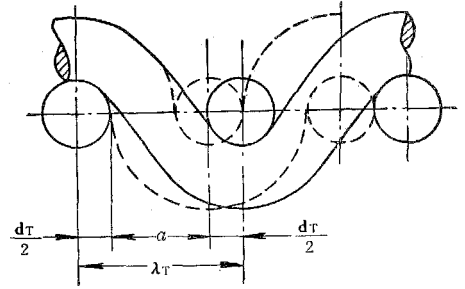


图 3

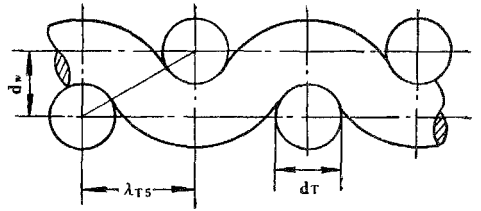


图 4

由图 4 可知:

$$\lambda_{T5} = \sqrt{d_T^2 + 2 d_T d_W} \quad (1)$$

设  $d_T = d_W$ , 则(1)式成为:

$$\lambda_{T5} = \sqrt{3} d_T \quad (2)$$

(1) 式和 (2) 式可作为织物分类的鉴别公式。某平纹织物的实际经纱几何密度 ( $\lambda_{T实}$ ) 等于或大于  $\lambda_{T5}$  时为平布。

例如: T/C 13 × 13 × 433 × 299 (英制 45 × 45 × 110 × 76) 平纹织物,  $d_T = d_W = 0.133$  毫米。

$$\lambda_{T5} = 1.732 \times 0.133 = 0.2304 \text{ 毫米}$$

$$\lambda_{T实} = \frac{100}{433} = 0.2309 \text{ 毫米}$$

$$\because \lambda_{T实} > \lambda_{T5}$$

∴ 该平纹织物应为平布。

### (二) 府绸结构

如果从第 5 阶序继续减小  $\lambda_T$ , 则经纱屈曲波高继续增大, 纬纱屈曲波高继续减小, 经组织点的波峰高于纬组织点的波峰, 布面上出现了凸起的经纱浮点。 $\lambda_T$  愈小经浮点愈凸起, 这就是所谓的府绸效应——颗粒效应,

如图 5 所示。

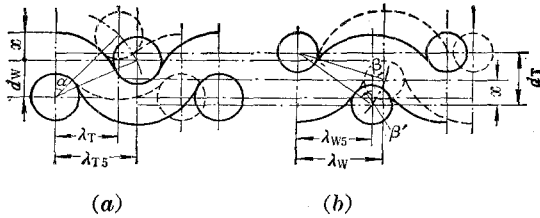


图 5

$x$ ——阶差 (第 5~9 阶序分别为:  $0, \frac{1}{4} d_T, \frac{1}{2} d_T,$

$$\frac{3}{4} d_T, d_T);$$

$d_T, d_W$ ——经、纬纱理论直径;  
 $\lambda_T, \lambda_W$ ——经、纬纱几何密度。

若用阶差  $x$  来表示粒子突出的高度, 则由图 5 (a) 可知:

$$\cos \alpha = \frac{d_W + x}{d_T + d_W} \quad (3)$$

$$\lambda_T = (d_T + d_W) \sin \alpha \quad (4)$$

$$E_T = \frac{d_T}{\lambda_T} \quad (5)$$

式中:  $\alpha$ ——经纱的波高角;

$E_T$ ——经纱设计紧度。

由图 5 (b) 可知:

$$\cos \beta' = \frac{d_T - x}{d_T + d_W} \quad (6)$$

$$\lambda_W' = (d_T + d_W) \sin \alpha \quad (7)$$

$$E_W' = \frac{d_W}{\lambda_W'} \quad (8)$$

式中:  $\beta'$ ——纬纱的波高角;

$\lambda_W'$ ——纬纱极限几何密度;

$E_W'$ ——纬纱极限紧度。

## 二、府绸的设计方法

从上述 (3)~(8) 式可知, 在经纬纱  $d_T, d_W$  选定后, 就可根据粒子高度  $x$  的不同要求, 算出所对应的经纬纱紧度。所以, 这种设计方法叫做粒子高度设计法。

经纬纱直径  $d_T, d_W$  的配置有:  $d_T = d_W;$   
 $d_T > d_W; d_T < d_W$  三种情况。现按三种情况分别举例计算如下:

1.  $d_T = d_W$  时, 取  $x = 0, \frac{1}{4} d_T, \frac{1}{2} d_T,$

$\frac{3}{4} d_T$ , 分别代入 (3)~(8) 式得表 2。

表 2

设计项目		阶序	5	6	7	8
经向	波高角 $\alpha$	度	60°	51° 18'	41° 24'	28° 57'
	几何密度 $\lambda_T$	毫米	1.732 $d$	1.561 $d$	1.323 $d$	0.968 $d$
	设计密度 $P_T$	根/10厘米	57.7/ $d$	64.0/ $d$	75.6/ $d$	103.3/ $d$
	设计紧度 $E_T$	%	57.7	64.0	75.6	103.3
纬向	极限波高角 $\beta'$	度	60°	68°	75° 30'	82° 49'
	极限几何密度 $\lambda_W'$	毫米	1.732 $d$	1.854 $d$	1.936 $d$	1.984 $d$
	极限密度 $P_W'$	根/10厘米	57.7/ $d$	53.9/ $d$	51.7/ $d$	50.2/ $d$
	极限紧度 $E_W'$	%	57.7	53.9	51.7	50.2
	设计密度 $P_W$	根/10厘米	43.3/ $d$	40.5/ $d$	38.8/ $d$	37.7/ $d$
	设计紧度 $E_W$	%	43.3	40.5	38.8	37.7

2.  $d_T > d_W$  时, 以  $(14 \times 2) \times 21$  (英支  $42/2 \times 28$ ) 府绸为例:  $d_T = 0.196$  毫米,

$$d_W = 0.170 \text{ 毫米}, \frac{d_W}{d_T} = 0.87; x = 0, \frac{1}{4} d_T$$

表 3

设计项目		阶 序	5	6	7	8
经	波高角 $\alpha$	度	62° 20'	53° 12'	42° 48'	30°
	几何密度 $\lambda_T$	毫米	0.3224	0.2915	0.2473	0.1820
向	设计密度 $P_T$	根/10厘米	310	343	404	544
	设计紧度 $E_T$	%	60.5	66.9	78.9	107.1
纬	极限波高角 $\beta'$	度	57° 36'	66° 21'	74° 36'	82° 18'
	极限几何密度 $\lambda_w'$	毫米	0.3070	0.3335	0.3510	0.3610
向	极限密度 $P_w'$	根/10厘米	325.5	300	285	277
	极限紧度 $E_w'$	%	55.0	50.7	48.1	46.8
向	设计密度 $P_w$	根/10厘米	244	225	214	208
	设计紧度 $E_w$	%	41.3	38.0	36.1	35.1

表 4

设计项目		阶 序	5	6	7	8
经	波高角 $\alpha$	度	57° 36'	49° 17'	39° 48'	27° 51'
	几何密度 $\lambda_T$	毫米	0.2567	0.2304	0.1950	0.142
向	设计密度 $P_T$	根/10厘米	389.5	434	512.5	704
	设计紧度 $E_T$	%	55.0	61.2	71.8	100.0
纬	极限波高角 $\beta'$	度	62° 22'	69° 39'	76° 36'	83° 21'
	极限几何密度 $\lambda_w'$	毫米	0.2693	0.284	0.2957	0.302
向	极限密度 $P_w'$	根/10厘米	372	352	338	331
	极限紧度 $E_w'$	%	60.5	57.1	55.1	54.0
向	设计密度 $P_w$	根/10厘米	279	264	253.5	248.5
	设计紧度 $E_w$	%	45.4	43.1	41.3	40.5

(0.049毫米)、 $\frac{1}{2} d_T$  (0.098毫米)、 $\frac{3}{4} d_T$  (0.147毫米), 代入(3)~(8)式得表3。

3.  $d_T < d_w$  时, 以 14.5 × 19.5 (英支 40 × 30) 府绸为例:  $d_T = 0.141$  毫米,  $d_w =$

0.163 毫米,  $\frac{d_w}{d_T} = 1.16$ ;  $x = 0$ ,  $\frac{1}{4} d_T$

(0.0353毫米),  $\frac{1}{2} d_T$  (0.0705毫米),  $\frac{3}{4} d_T$

(0.1058毫米), 代入(3)~(8)式得表4。

表2、3、4中所列纬纱的四项极限值, 是指按图5(b)所示的紧密结构形式求得, 是各阶序所能达到的极限值。但是如果实际设计中采用这一极限值, 不但织造相当困难, 而且所织成的府绸柔软性、悬垂性和颗粒效应都是最差的(唯有组织点的稳定性最好)。因此在实际设计中, 均在此基础上减少25%左右作为设计数据。实践证明, 这样设计既能提高府绸的风格特征, 又不失组织点的稳定。

但是, 用计算的方法每次只能求得与所

选定的粒子高度相对应的一组不连续的数字，当粒子高度 $x$ 改变后还必须另行计算，使用很不方便。如果把表2、3、4中的数字描在坐标纸上，连成 $x-E$ 曲线(图6)使用就简便了。

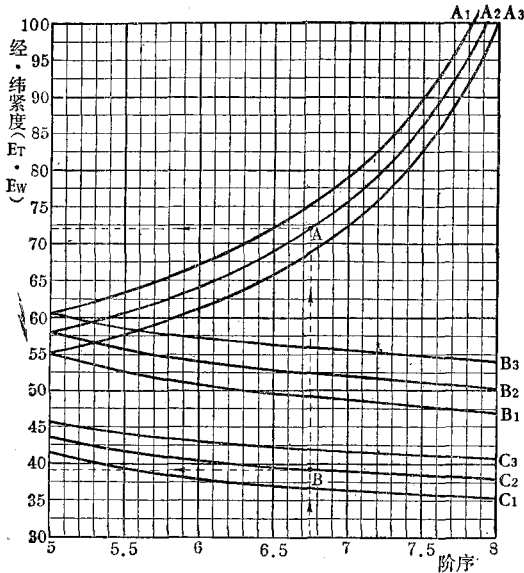


图6  $x-E$  曲线

A组——经向紧度曲线； B组——纬向极限紧度曲线；  
C组——纬向设计紧度曲线。

从图6可知，不同的经纬纱直径的配置，可以得到不同的紧度曲线。这些曲线的排列规律是： $d_T = d_W$ 时的曲线位于中央位置，称它为紧度基线“ $A_2B_2$ ”。 $d_T > d_W$ 时，经向紧度曲线位于 $A_2$ 的上方，而纬向紧度曲线则位于 $B_2$ 的下方。 $d_T < d_W$ 时，经向紧度曲线位于 $A_2$ 的下方，而纬向紧度曲线则位于 $B_2$ 的上方。 $d_T$ 与 $d_W$ 的差异越大，经、纬向紧度曲线越远离基线。

可以用上述方法，画出不同的 $d_T$ 、 $d_W$ 配比的紧度曲线，作为设计的专用工具。 $d_W/d_T$ 值按表5选择。

表5

类别	$d_W/d_T$ 选用值
$d_T > d_W$	0.96 0.92 0.88 0.84
$d_T = d_W$	1.00
$d_T < d_W$	1.04 1.08 1.12 1.16

设计时，先选择经纬纱号数，并计算其直径比，采取“就近靠”的方法确定所对应的曲线，从而可查出不同粒子高度(阶差)时的经纬向紧度。例如：设计 $19.5 \times 14.5$  (英支 $30 \times 40$ ) 府绸时 $d_T = 0.163$  毫米， $d_W = 0.141$  毫米， $d_W/d_T = 0.87$ ，就近靠 0.88 曲线。

设计举例：经纬纱 29 号(英支20)，选取粒子高度  $x = \frac{7}{16} d_T$  (6.75 阶序)。

(1)  $d_T = d_W = 0.199$  毫米，应查( $d_T = d_W$ ) 曲线。

(2) 在6.75阶序处作与纵坐标平行线，则可在经纬紧度曲线上得交点A、B，这两点的纵坐标，就是设计的经纬向紧度。 $E_T = 72\%$ ， $E_W = 39\%$ 。参看(图6)。

(3) 经纱设计密度  $P_T = \frac{E_T}{d_T} = \frac{72}{0.199} = 362$  根/10 厘米。

(4) 纬纱设计密度  $P_W = \frac{E_W}{d_W} = \frac{39}{0.199} = 196$  根/10 厘米。

### 三、关于府绸的经纬纱紧度、总紧度、经纬比例标准范围的探讨

根据府绸的形成原理可知，经向紧度的选择，首先必须保证在各种经纬纱号数的配置下能使经纱浮点呈颗粒效应，并使所形成的颗粒能达到饱满、清晰的要求。从理论上讲，当经纱紧度大于第5阶序的临界紧度时，就会产生府绸效应；但是要明显地观察到饱满而清晰的颗粒，还必须具备一定的粒子高度，使经浮点和纬浮点无论从高度和长度比较都有一个较大的差异。因此，由平布向府绸的跃变，经向紧度不应该是连续的，而要有一个间隔。通过对目前流行的平布和府绸

的分析可知,平布的结构一般都在第5阶序以下,而府绸一般都在第6阶序至第7.5阶序之间。这个区间的粒子高度是:  $1/4d_T \sim 5/8d_T$ 。

根据粒子高度的选择范围,即可由图6查出经纬纱的紧度范围,并计算出总紧度和经纬比例。

### 1. 经向紧度范围的确定

在第6阶序时(粒子高度 $1/4d_T$ ),可查得的经向紧度是:61.2%、64%、66.9%,若选取其中最大值66.9%,可保证常见各种规格的府绸都能达到第6阶序以上。

在第7.5阶序时(粒子高度 $5/8d_T$ ),可查得经向紧度是:80%、85%、89.5%,若选取其中最小值80%,可保证常见的各种规格的府绸都能达到第7.5阶序以下。为什么要小于7.5阶序呢?因为7.5阶序时,经纱和纬纱的交织深度有只 $3/8d_T$ ,如果再小了,就会影响经纱组织点的稳定性。各阶序时经纱和纬纱

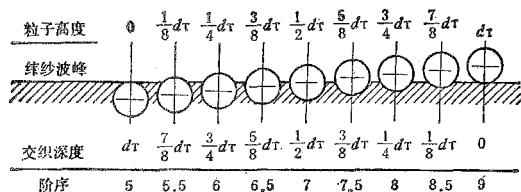


图7 经纬纱交织深度示意图

的交织深度如图7所示。

由图7可以看出,低于第6阶序时,颗粒不凸出,府绸感不强。而高于7.5阶序时,交织深度太小,组织点不稳定。在6~7.5阶序之间的府绸粒子高度和经纬纱的交织深度能够同时兼顾。因此,把府绸的经向紧度规定在与此相一致的范围内是比较合理的。建议经向紧度采用65~80%。

### 2. 纬向紧度范围的确定

在第6阶序时,可查得纬向紧度是:43%, 40.5%、38%,若选取40.5%,可保证常见的各种规格的府绸在第6阶序时的设计纬密都比其极限纬密小25%左右。

在7.5阶序时,可查得纬向紧度是:40.5%, 38%、36%,若选取38%,可保证在7.5阶序时的设计纬密都比其极限纬密小25%左右。因此,建议纬向紧度范围采用41~38%。经纱的低紧度对应着纬纱的高紧度,经纱的高紧度对应着纬纱的低紧度。这和现行标准所规定的纬向紧度的走向完全相反,它是本文所要着重申明的观点之一。

### 3. 总紧度和经纬比例范围的确定

经纬向紧度范围确定后,总紧度和经纬比例的范围也就相应的被确定了。

总紧度为79.3~87.6%,采用80~90%。经纬比例为(4.8~6.3):3,采用(5~6):3。