棉平针织物的结构参数及其应用

王 传 铭

（华 东 纺 织 工 学 院）

纳普滕(Knapton)氏指出[1],棉针织物的稳定的或"固定的"线圈形态、膨松度和重量是可以预估的,认为在洗涤和穿着中,这种结构的稳定性能够得到保证。实验结论是:经过五次滚筒式洗涤-烘干处理后，棉平针织物基本上趋于稳定状态，其后的收缩率变化在商业标准中属于"不显著差异"，一般可略去不计。经十次滚筒式洗涤-烘干处理后，棉平针织物的尺寸参数 k_C 和 k_W 数值在紧密系数 $K(\sqrt{Tex}/l)$ 值的实用范围内，基本上可作为常数论。即 $k_C=5.73$(变异系数 3.9%)，$k_W=4.10$ (变异系数 2.4%)，由此，$k_s=23.5$ 和 $k_r=1.40$。这些 k 值可用来作为设计稳定的针织物尺寸的参数，从而可控制预缩超喂量等加工工艺参数。

纳普滕的实验计算是立足于芒登关于平针织物的几何学与尺寸特性的理论与结论[2]。芒登是在道伊尔阐明总密度(N) 与线圈长度(l) 成反比或 N 与 l^2 成反比的实验关系式之后[3]，进一步推论出在干松弛、湿松弛下平针织物尺寸的参数值。即 $k_s=N\times l^2$，$k_C=C$ (横列数/英寸)$\times l$ (英寸)，$k_W=W$ (纵行数/英寸)$\times l$ (英寸)和 $k_r=C/W$，并指出这些参数值与名义的紧密系数无关，而是取决于针织物的松弛状态。

本文将上海地区棉平针织物(汗布)主要品种的光坯布和毛坯布,经十次洗涤-干燥处理后，推求其纵密、横密、总密度与线圈长度的关系，以及 k_C、k_W、k_s、k_r 等参数值与紧密系数 K 的关系，并探索其参数值的实用性。

一、实验方法

1. 纯棉汗布(台车)品种与取样

五和二厂：18.2 号精梳、精漂、普纱和 13.9 号普纱。景福针织厂：5.8号×2。上海针织厂：7 号×2，12.7 号，9.7 号×2 和 18.2号(不缩)。每种取毛坯和光坯各六段，每段长度约 0.6 米。

2. 测试方法与项目

(1) 下机后测试项目按工厂沿用检验密度方法进行，求其平均值。

(2) 每次洗涤-干燥处理后,除第十次后要测量线圈长度和纱线支数外，主要是测每段试样纵密、横密的平均值。

(3) 洗涤-脱水-干燥方式——在 M988 型缩水机中清水处理 30 分钟，液温 45±2℃，浴比 1:50。在离心式脱水机上脱水 3 分钟。干燥方式分为悬挂式晾干一天和滚筒式烘干(60～65℃) 30 分钟两种。

二、实验结果

1. 光坯布经十次洗涤-干燥后诸 k 参数与紧密系数 K(或 K')间的关系见表 1。

2. 光坯布经十次洗涤-干燥后，C、W、N、Kr 与 l 间的关系见表 2。

3. 毛坯布经十次洗涤-干燥后，诸 k 参数与紧密系数 K (或 K') 间的关系见表 3。

4. 毛坯布经十次洗涤-干燥后 C、W、N、k_r 与 l 间的关系见表 4。

三、分析与讨论

1. 对试样"稳定状态"的确定

针织物下机后的松弛过程包含着针织物结构中内应力的变化，在一定松弛过程中会趋于新的内力平衡状态。同时表现出线圈形态变化，线圈中各部段的纱线再分配，而导致针织物尺寸的变化。要测得针织物结构的

表 1

悬挂式晾干	$k_c=8.31-0.18K$ $(r=-0.64)$	$k_C'=7.67-0.14K'$ $(r=-0.49)$
	$k_W=8.6-0.27K$ $(r=-0.96)$	$k_W'=8.23-0.24K'$ $(r=-0.88)$
	$k_s=55.47-203K$ $(r=-0.82)$	$k_s'=53.7-1.91K'$ $(r=-0.78)$
	$k_r=1.96-0.04K$ $(r=-0.73)$	$k_r'=0.39+0.06K'$ $(r=0.88)$
滚筒式烘干	$k_C=10.22-0.27K$ $(r=-0.77)$	$k_C'=8.99-0.19K'$ $(r=-0.53)$
	$k_W=7.97-0.23K$ $(r=-0.96)$	$k_W'=7.56-0.2K'$ $(r=-0.83)$
	$k_s=50.18-1.56K$ $(r=-0.62)$	$k_s'=61.18-2.17K'$ $(r=-0.83)$
	$1/k_r=0.54+2.77/K$ $(r=0.49)$	$1/k_r'=0.73-0.23/K'$ $(r=-0.53)$

注：1. 试验坯布为光坯；2. 上述计算中 $n=27$，$r_{0.05}=0.38$；3. 悬挂式晾干的测试范围：$K=14.96\sim18.4$，$K'=14.58\sim18.57$；4. 滚筒式烘干的测试范围：$K=15.21\sim18.31$，$K'=14.63\sim18.4$；5. $K=\sqrt{Tex_{名义}}/l$，$K'=\sqrt{Tex_{实测}}/l$；6. 按纳普滕列出的计算公式计算：$k_C=C$(纵密)$\times l$(线圈长度)，$k_W=W$(横密)$\times l$(线圈长度)，$k_s=k_C\times k_W$，$k_r=k_C/k_W$；7. C、W的单位为每厘米内密度，l为厘米。

表 2

悬挂式晾干	滚筒式烘干
$C=3.38+(4.53/l)$, $(r=0.77)$	$C=3.86+(4.9/l)$, $(r=0.77)$
$W=6.11+(2.59/l)$, $(r=0.64)$	$W=5.54+(2.82/l)$, $(r=0.75)$
$N=101.2+(15.88/l^2)$, $(r=0.73)$	$N=81.39+(19.49/l^2)$, $(r=0.83)$
$N=(135.7/l)-185.17$, $(r=0.74)$	$N=(182.31/l)-337.51$, $(r=0.91)$
$k_r=1.03+(0.069/l)$, $(r=0.38)$*	$k_r=1.21+(0.044/l)$, $(r=0.38*)$

注：1. 上述计算中，$n=27$，$r_{0.05}'=0.38$，2. 测试范围：0.2～0.284(悬挂式晾干)，0.2～0.28(滚筒式烘干)；3. *表示该值在$r_{0.05}$临界范围；4. $N=C\times W$——总密度/平方厘米。

参数，应慎重地选用对针织物的松弛处理和确定其稳定状态的可靠性。笔者认为，选用松弛处理的关键，既要能较方便地取得其稳定状态，又要切合生产与使用实际。这里选用两种方案：一是结合我国针织生产实际和消费者习惯，在液流式洗涤处理和脱水后，用悬挂式晾干来取得试样的"稳定状态"；另一是作类似滚筒式烘干下的"全松弛状态"。

实验结果表明，不论光坯和毛坯试样，在连续十次洗涤-脱水-干燥过程中，其纵密和横密的变化在第五次到第十次过程中一般都只有1%以下的差异，个别的亦不大于2%，在商业上是可略去不计的。此外，第一次与第十次间密度变化的差异也小于5%。这说明了这两方案使试样趋于"稳定状态"的速度较快，与纳普滕所作的趋于"全松弛状态"的曲线趋向是一致的，对实验结果的可靠性提供了良好的条件。

至于悬挂式晾干和滚筒式烘干两者稳定趋向性比较，不论毛坯和光坯，前者比后者好，其中纵密的稳定性尤为显著。

表 3

悬挂式晾干	$k_C=7.39-0.11K$, $(r=-0.43)$	$1/k_C'=0.24-(103/K')$, $(r=-0.75)$
	$k_W=6.97-0.188K$, $(r=-0.61)$	$k_W'=6.48-0.16K'$, $(r=-0.67)$
	$k_s=47.22-1.56K$, $(r=-0.63)$	$k_s'=52.91-1.93K'$, $(r=-0.78)$
	$k_r=0.79-0.038K$, $(r=0.41)$	$k_r'=0.23+0.07K'$, $(r=0.8)$
滚筒式烘干	$1/k_C=0.116+(0.71/K)$, $(r=0.39)$	$1/k_C'=0.228-(0.98/K')$, $(r=-0.57)$
	$k_W=6.92-0.17K$, $(r=-0.51)$	$k_W'=6.41-0.14K'$, $(r=-0.42)$
	$k_s=52.08-1.65K$, $(r=-0.57)$	$k_s'=48.75-1.48K'$, $(r=-0.54)$
	$k_r=0.58+0.06K$, $(r=0.46)$	$k_r'=0.73+0.047K'$, $(r=0.4)$

注：1. 上述计算中 $n=27$，$r_{0.05}=38$；2. 悬挂式晾干的测试范围：$K=14.07\sim16.11$，$K'=13.83\sim16.86$；滚筒式烘干的测试范围：$K=14.41\sim16.17$，$K'=14.05\sim16$；3. 符号含义同表1。

表 4

悬挂式晾干	滚筒式烘干
$C=2.23+(5.13/l)$, $(r=0.9)$	$C=0.02+(6.16/l)$, $(r=0.91)$
$W=2.42+(3.47/l)$, $(r=0.72)$	$W=0.17+(4.24/l)$, $(r=0.79)$
$N=45.62+(20.35/l^2)$, $(r=0.86)$	$N=0.24+(26.35/l^2)$, $(r=0.89)$
$N=(162.33/l)-276.71$, $(r=0.87)$	$N=(204.24/l)-393.9$, $(r=0.89)$
k_r与$1/l$不相关, $(r=0.01, \bar{k}_r=1.4)$	k_r与$1/l$不相关$(r=0.11, \bar{k}_r=1.44)$

注：1. 测试范围：0.227～0.285(悬挂式晾干)，0.232～0.28(滚筒式烘干)其余同表2中注。

2. 松弛处理对线圈长度的影响

在涤洗-脱水-干燥过程中，导致试样尺寸变化的主要原因，是由于线圈本身结构中内力平衡的变化？还是由于线圈中纱线长度的缩短和纱线直径的增大？长期来，国外的实验资料都看成是由前一种原因所致，而不计纱线长度变化的因素。

本实验结果表明，同一品种的毛坯和光坯试样，其线圈长度由于缩碱处理有8%左右差异，但整个松弛处理对线圈长度的影响一般在2%左右。

由于线圈长度在松弛处理后的变化很小和甚至可略而不计的特点，在研究针织物尺寸参数和控制针织物质量时，将线圈长度作为一个主要因素是合理的。

3. 线圈长度与织物密度的关系

表2和4中表明线圈长度的倒数（$1/l$）与纵密C、横密W或总密度N都有较好的线性相关。但只有在毛坯的滚筒式烘干试样中，如图1所示，C—$1/l$和W—$1/l$中的"截距"很小，可作为通过原点的线性方程式。而其余的（包括图2中光坯试样）都不能作为通过原点的线性方程式，因为其"截距"对所测得的密度值影响很大（至少10%），是不可略计的。

这些结果与一般"全松弛状态"下棉平针织物C、W与$1/l$的线性方程式是通过原点的假设是不一致的。笔者认为该截距至少与织物所经受的松弛处理有关，但不是说在"全松弛状态"下一定无截距。

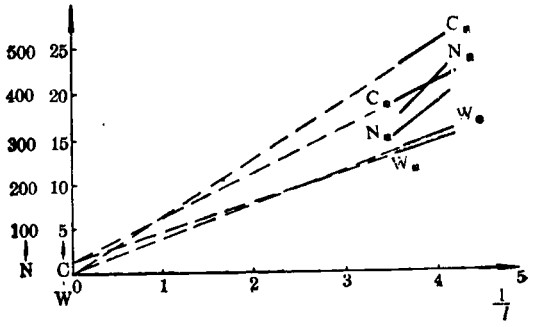
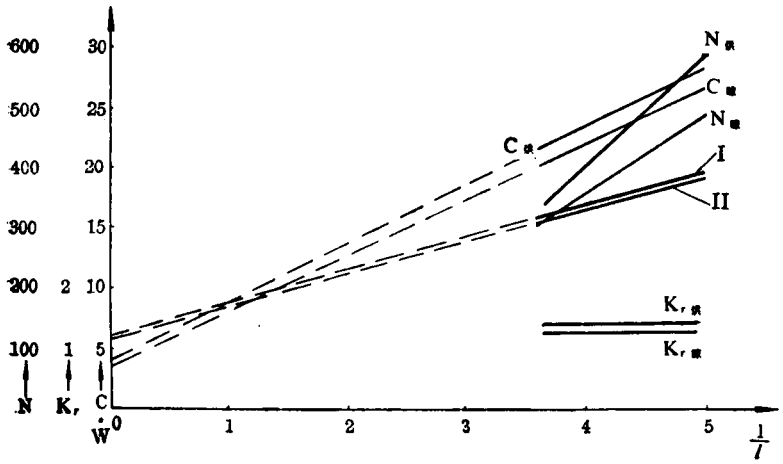


图1 毛坯十次洗干后C、W、N与$1/l$关系

注：晾是悬挂式晾干，烘是滚筒式烘干。

纵密与横密的比值k_r是表示线圈形态的一个参数。芒登曾指出C/l和W/l之比与名义的复盖系数无关，纵密与横密之比值与线圈长度l无关[2]。表2和表4反映出k_r（C/W）与$1/l$不呈线性相关或线性相关性较差，毛坯的k_r平均值接近于1.2。图2中指出，同一线圈长度下，由于不同松弛方式，滚筒式烘干的密度比值比悬挂式晾干的较大。这与滚筒式烘干的搅动作用有助于克服线圈中纱线间摩擦力，使纵密增大有关，同时反映出悬挂式的试样自重限制了纵密的增加。

N与l或l^2间的双曲线关系，与道伊尔和芒登的图形[3]也是相差公式中的常数项。如图3、4所示，两者曲线很近似，其中在同一线圈长度下，滚筒式烘干的总密度比悬挂式晾干的大。



I—W烘；II—W晾。

图2 光坯十次洗干后C、W、N与$1/l$关系

4. 参数k值与紧密系数K的关系

表1和3表明k_C和k_W基本上与紧密系

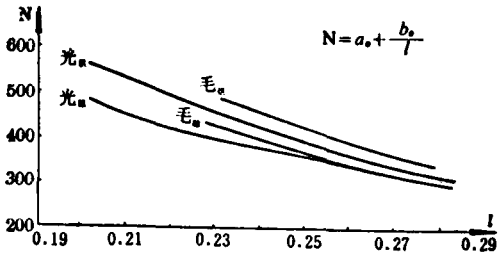


图3 总密度N与线圈长度l的关系

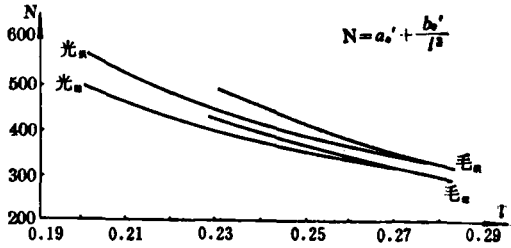


图4 总密度N与线圈长度平方l^2的关系

数K都有线性相关的关系，且在光坯中其相关系数较高。但从图5和图6中k_C—K和k_W—W直线的斜率大小，不能认为k_C、k_W与紧密系数K无关。k_C和k_W数值还与松弛方式有关。

从纳普滕所提供的关于k_C和k_W与K的相关线图形中[1]，也不难看到，虽然两者都呈线性相关，但在斜率上表现不同。k_W—K的直线斜率较平坦，可作为斜率≈0，k_W=常数(4.1)；而k_C—K的直线斜率较大，就难以确定为常数(5.73)。在本实验结果中，同样发现k_C或k_W与K的直线斜率都较

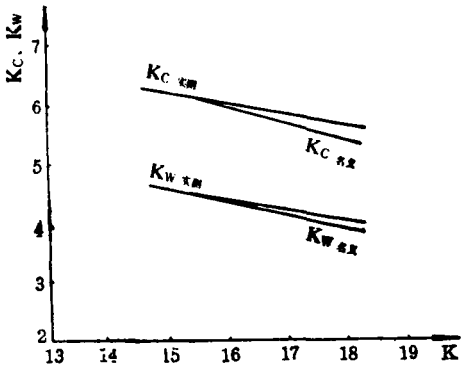


图5 光坯十次处理滚筒式烘干后k值与K值关系

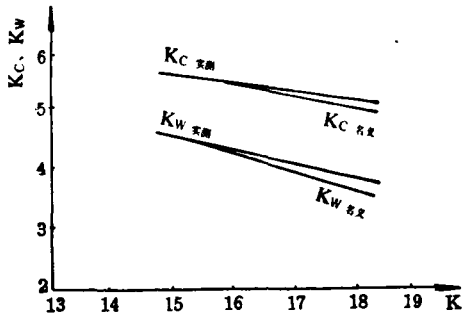


图6 光坯十次处理悬挂式晾干后k值与K值关系

表 5

	试样品种	18.2号	18.2号精漂	18.2号精梳	18.2号不缩	13.9号	12.7号	9.7号×2	7号×2	5.8号×2
光坯纵密(滚筒式烘干)	(1) $C=3.86+4.9/l$	23.69	23.41	25.83	21.36	25.26	24.89	22.01	25.66	28.78
	(2) $C=\bar{k}_C/l$，($\bar{k}_C=5.73$)	23.15	22.88	25.65	20.43	24.98	24.55	21.19	26	28.6
	(2) 与(1)的差异率(%)	2.28	2.26	0.7	4.35	1.1	1.37	3.73	1.32	0.63
	(3) $C=(10.22-0.27K)/l$	22.49	22.52	22.06	21.83	24.57	26.17	21.56	26.11	27.65
	(3)与(1)的差异率(%)	5.07	3.8	12.27	2.2	2.73	5.14	2	1.75	0.39
光坯横密(滚筒式烘干)	(1) $W=5.54+2.82/l$	16.95	16.82	18.18	15.61	17.85	17.64	15.98	18.36	19.64
	(2) $W=\bar{k}_W/l_1(\bar{k}_W=4.10)$	16.59	16.4	18.38	14.64	17.9	17.6	15.19	18.63	20.5
	(2)与(1)的差异率(%)	2.12	2.49	1.1	6.2	0.39	0.23	4.9	1.47	4.38
	(3) $W=(7.97-0.23K)/l$	16.18	16.24	16.13	15.97	17.71	19.13	15 64	18.9	19.87
	(3)与(1)的差异率(%)	4.5	3.4	11.27	2.3	0.78	8.44	2.13	2.94	1.17

大，亦不能确定为常数。这种现象如与本实验实测的 $C=a_1+(b_1/l)$ 和 $W=a_2+(b_2/l)$（其中：a_1、a_2、b_1、b_2 为常数）的关系式相联系，倒是一致的，因为在不通过原点情况下，$k_C \neq C\times l$ 和 $k_W \neq W\times l$，且 $C\times l$ 或 $W\times l$ 都不是常数。

现将滚筒式烘干的光坯试样的纵密和横密按三种不同的计算方法求得的结果及其间的差异率列于表 5。

表 5 中指出，如以实测求得的 $C=3.86+(4.9/l)$ 和 $W=5.54+(2.82/l)$ 为依据，则由 $\bar{k}_C(5.73)/l$ 计算的 C 值和 $\bar{k}_W(410)/l$ 计算的 W 值与之比较，其间差异率绝大多数小于 5%，只有个别的到达 6% 左右。如这些差异在密度公差范围内，则对滚筒式烘干的光坯试样，仍可用纳普滕列出的参数值及其计算方式。但这只能理解为由通过原点的 $C=k_C/l$ 或 $W=k_W/l$ 对有"截距"的线性方程式的近似解。

表 5 中(3)与(1)的差异率较大，有的大于 10%，其原因是由于 k_C 和 k_W 不是常数和本身的变异系数 5～10% 较大，显然其较大差异率是发生在最大和最小的 K 值处。

实验证实，即使用近似计算，将 $k_C=C\times l$ 和 $k_W=W\times l$，但 k_C 或 k_W 与紧密系数无关的论点还难成立。

在针织物中有效纱线直径不易测准的情况下，用紧密系数表示结构的紧密度，较切实际。如纱线条干较好，可用名义的紧密系数。

经过缩碱处理后，纱线号数会有所提高，而线圈长度亦会缩短，结果使紧密系数增大。如图 5 和 6 所示，在同一紧密系数下，k 的实测值比名义值要大些。但由于本实验在测试纱线号数时取样不够多，测试结果的正确性难免受试验误差的影响，故将两种紧密系数下的计算结果作比较。在一般情况下，两者差异不大，可用名义的紧密系数计算。

5. "稳定状态"下光坯密度与日常生产中检验坯布密度的关系

长期实践经验指出，在针织机下机时和染整处理轧光后的坯布密度检验，是日常控制针织物坯布质量的有效措施。从上述对针织物结构参数的研究中已得出"稳定状态"下的坯布密度与线圈长度有一定的关系，如在正常加工运转中，各加工工序中给坯布密度变化有一定的规律。如这些规律与"稳定状态"下的光坯密度间有较好的线性相关，对如何控制各加工工艺张力，可更为合理。

"稳定状态"下的毛坯和光坯密度间关系如表 6 所示，其间的相关系数很大，可作质量检验的依据。

表 6

干燥方式	密度	r	相关方程式
悬挂式晾干	纵密	0.94	$C_{光坯}=1.52C_{毛坯}+11.08$
悬挂式晾干	横密	0.89	$W_{光坯}=1.26W_{毛坯}+2.84$
滚筒式烘干	纵密	0.91	$C_{光坯}=0.49C_{毛坯}+11.62$
滚筒式烘干	横密	0.86	$W_{光坯}=0.62W_{毛坯}+5.54$

光坯试样第一次处理和第十次处理中坯布密度的关系，如表 7 所示，其 r 值≈1，又前已提及，在第一次处理时密度变化最大，可见日常一次性检验既有代表性，又可节省人力物力和及时调整，有其实验依据。

表 7

干燥方式	密度	r	相关方程式
晾干（悬挂式）	纵密	0.99	$C_{第十次}=0.95C_{第一次}+1.18$
晾干（悬挂式）	横密	0.98	$W_{第十次}=0.99W_{第一次}+0.8$
烘干（滚筒式）	纵密	0.99	$C_{第十次}=0.99C_{第一次}+1.12$
烘干（滚筒式）	横密	0.99	$W_{第十次}=W_{第一次}+0.16$

针织机下机后的毛坯密度与"稳定状态"下的光坯密度的关系是：

$C_{光坯稳定}=1.7C_{下机}-6.55$，$(r=0.96)$

$(C_{下机}=0.51C_{光坯稳定}+5.36)$

$W_{光坯稳定}=1.78W_{下机}-7.13$，$(r=0.87)$

$(W_{下机}=0.43W_{光坯稳定}+6.24)$

轧光后光坯密度与光坯稳定下密度的关

系是：

$$C_{光坯稳定}=0.93C_{轧光后}+3.77,\ (r=0.96)$$

$$(C_{轧光后}=0.96C_{光坯稳定}-1.11)$$

$$W_{光坯稳定}=0.97W_{轧光后}+0.74,(r=0.98)$$

$$(W_{轧光后}=0.99W_{光坯稳定}-0.14)$$

例中的 r 值都很大，说明了这些常用的检验方法具有很大的稳定性，可保证结果的可靠性。

这样，如确定了"稳定状态"下纵密和横密的公差范围，就能较合理地定出有关加工工序中密度变动范围。

四、结　　论

1．棉平针织物光坯的纵密、横密与线圈长度的倒数的关系，在"稳定状态"下呈线性相关，而相关线的趋向不通过原点，有一定的"截距"。

如用纳普滕列出的 $k_C=5.73, k_W=4.10$ 及其通过原点的线性近似计算，会有5%左右的误差。

2．纳普滕列出的 k_C 和 k_W 值在本实验中是与紧密系数(K)有关，且 k_C 和 k_W 与 K 的相关线斜率较大，似不能作常数论。

3．滚筒式烘干和悬挂式晾干所取得在"稳定状态"下的纵密、横密不相同，应作两种检验标准处理。

4．设计棉平针织物的结构参数，还得从 $C=a_1+(b_1/l)$，$W=a_2+(b_2/l)$ 公式中推求 a_1、a_2、b_1、b_2 等常数。

5．目前工厂用的测密度检验质量方法有一定的实验根据和实用性。(完)

本实验工作由仇全海、蔡钱英、曾秀、吴大珍、耿淑霞和赵金龙等同志协作完成。

参 考 资 料

[1] J. J. F. Knapton Knitting Times, 1977, No. 8;
[2] D. L. Munden, J. T. I, 1959, T448;
[3] P. J. Doyle, J. T. I, 1953 P.561.