

中国纺织工程学会
全国染整助剂及应用学术讨论会

文章编号: 论 13

有机硅柔软整理工艺探讨

单位: 江西棉纺织印染厂

作者: 殷一德
王幼春 (执笔)
胡增宏

提 要

本文比较有条理地对有机硅柔软剂用于T/C织物的柔软整理工艺进行了探讨,从羊毛、T/C织物的原理出发,提出可用一定的助剂对T/C织物进行柔软整理。根据各种助剂的性能选出一些柔软剂和助剂进行工艺探讨。首先进行成膜试验和正交试验,根据正交试验的极差大小,找出影响大的因素进行进一步的工艺探讨,利用多元线性回归的方法找出了各因素与整理效果之间的关系,利用计算机解决了多元线性回归中人们难以完成的复杂大量的计算量的计算工作。

1986年10月3日

有机硅柔软整理工艺探讨

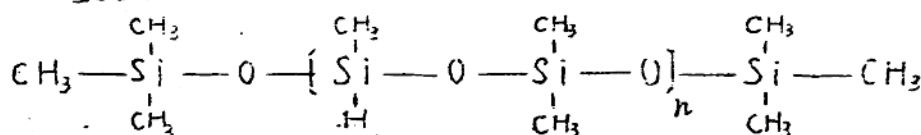
随着我国人民生活水平的提高，对穿着要求也越来越高，除要求织物花色鲜艳、色泽纯正、丰满、色牢度好、花色品种多样之外，还要求织物具有手感柔软、滑爽、挺括的外观以及拒水、阻燃、抗静电、防油污等不同特性。这就要求印染加工中采用一系列较好的整理加工工艺及各种性能优良的整理剂，本文就有机硅柔软剂用于T/C织物整理赋予织物一定柔软性、滑爽性及挺括性的问题所做的一些试验和工作作一概述：

一、有机硅柔软整理的原理：

我们知道，羊毛纤维最重要的特点之一就是非常柔软，而且具有一定的拒水性，这是服用上极其重要的两项特性，究其原因，羊毛纤维表面附着一层油脂，使其织物的纱线之间摩擦力大大地降低，当受外力（手）作用时，能随手使力的方向滑动，表现出柔软性来。这层油脂还具有一定的拒水性，使羊毛纤维显示出拒水性。因此，只要我们将棉纤维、涤纶纤维的表面涂上一层油脂，就能得到与羊毛一样的手感柔软性、拒水性，有机硅产品中有一些就具有这样一种油脂性能，它们具有良好的润滑性，因而能赋予织物良好的手感柔软性，因其的硅氧键具有螺旋形结构而使其具有压缩性，能使织物具有良好的弹性，由于其分子中Si-O键的键能为 106.0 千/摩尔 ，C-C键的键能为 84.2 千/摩尔 ，Si-C键的键能为 75.0 千/摩尔 ，即它的结合能大，所以还显示了良好的耐热性、耐气候性、化学稳定性和电气绝缘性。

二、有机硅化合物及其反应原理：

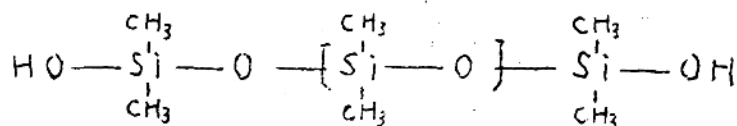
1. 含氢硅油



含氢硅油由于Si-H键的存在，使得生成网络结构成为可能，在一定的催化剂和PH条件下发生水介—— $\text{Si}-\text{H} \xrightarrow{\text{水介}} \text{Si}-\text{OH}$ ，相互脱水缩合生成硅氧醚键，形成网络结构，Si-H键更容易与交

链剂在一定催化剂和温度下形成网络结构，这些网络结构膜能牢固地包覆在纤维外层，有部分羟基还能与纤维上的极性羟基、氨基等结合，使其牢度大大地增加。

2. 羟基端聚二甲基硅氧烷：



羟基端聚二甲基硅氧烷两端有两个活泼的羟基，当其与含氢硅油混合在一起时，在一定条件下，羟基与 Si-H 水解后生成的 Si-OH 脱水缩合，形成网络结构，活泼的羟基更容易与交链剂在一定催化剂和温度下形成网络结构，这些网络结构的膜也牢固地包覆在纤维外层。

3. 石蜡：

石蜡的主要成份为直链状的烷烃类，因其是饱和烃类，故化学性质极为安定，不与碱、酸及卤素起作用，当其附在纤维表面时，增加纤维的光滑，减少了纤维的摩擦力，沾污织物柔软手感。

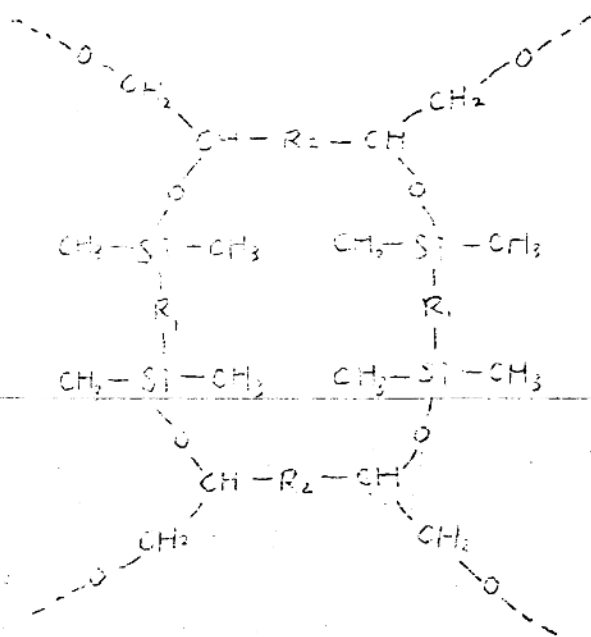
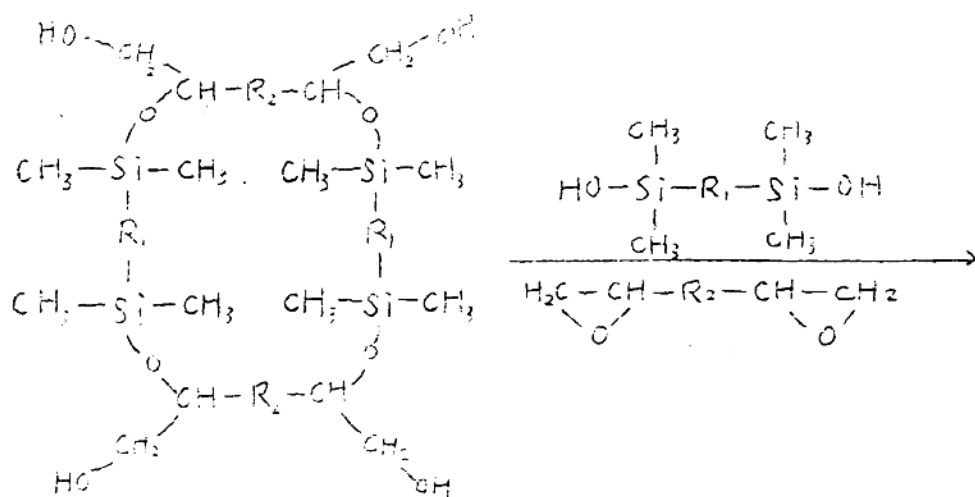
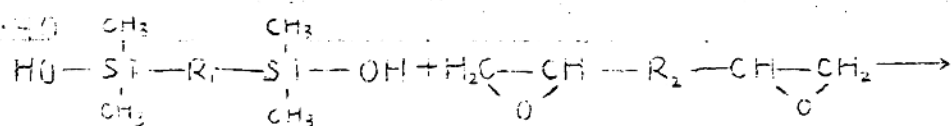
4. 乳化剂：

硅油和石蜡都必须经过乳化剂乳化才能分散在水溶液中，吐鲁尔天就是一种较好的乳化剂，它在碱性催化剂（KOH）存在下，生成季铵碱，季铵碱即作乳化剂，又作碱性催化剂，该季铵化合物处理到织物上，在高温焙烘时受热分解，可成少数留在织物上的离子化合物。

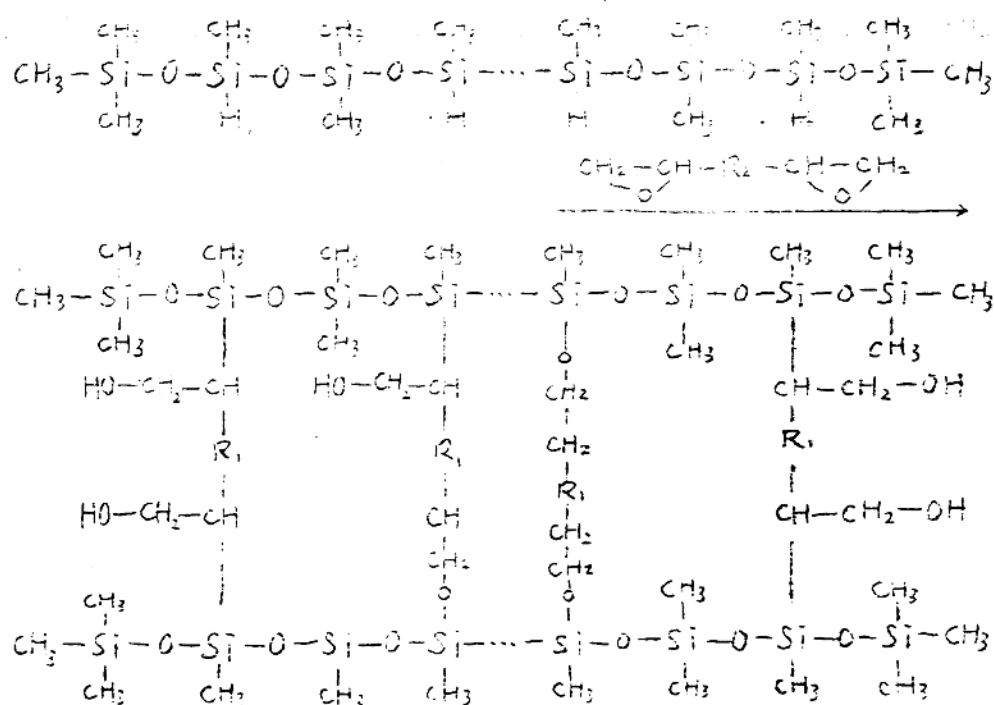
平平加也是一种较好的乳化剂。

5. 交链基：

硅油的活性基团不是很活泼，相互间联成网络结构条件苛刻，形成的网络结构不理想，当加入交链基时，由于其活性基团活泼，能与硅油的活性基团在较低条件下发生反应，使硅油活性基团更多地联结，使硅油的网络结构更完善，交链剂 $\text{EH}(\text{H}_2\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}_2)$ 就是一种较好的交链剂，与硅油的 Si-OH 在一定催化剂和温度条件下加合，联结成网络结构：



与含氢硅油的 Si-H 在一定催化剂和温度条件下加合，形成网
络结构：



三、实验：

根据以上所述原理，我们选用下列药品：

织物：45/45涤棉精梳细平布。

整理用剂：

1. 有机硅阳离子乳液
羟基端聚二甲氧基硅氧烷，新洁尔灭，平令加，203硅油。
2. 阳离子硅蜡乳液
羟基端聚二甲氧基硅氧烷，石蜡，平令加，三乙醇胺。
3. 阴离子硅蜡乳液
羟基端聚二甲氧基硅氧烷，石蜡，平令加，阴离子乳化剂。
4. 交链剂 EH 与 催化剂

为了有比较，还选用了道康宁 R1111 和柔软剂 RM 作比较试验。首先分别试验它们的成膜性。

在玻璃板上涂上一层试样，90~95℃ 烘干，180~185℃ 焙烘 5 分钟，然后将玻璃板置于 25~30℃ 水和 80~85℃ 碱液 (Na₂CO₃ 1%) 中半小时，观察情况。

各种配比有机硅的成膜性及溶解性

查 理 剂 (g/g)	成膜性	水中溶解性	
		25~30℃ 半小时	80~85℃ 半小时
有机硅阳离子乳液 20	稀粘稠件	稍溶	稍溶
有机硅阳离子乳液 20	弹性膜	不溶	不溶
交链剂 EH 2			
催化剂 0.5			
阳离子硅蜡乳液 20	粘稠件	稍溶	稍溶
阳离子硅蜡乳液 20	弹性膜 但很软	稍溶	稍溶
交链剂 EH 2			
催化剂 0.5			
阴离子硅蜡乳液 20	粘稠件	不溶	不溶
阴离子硅蜡乳液 20	弹性膜 但很软	不溶	不溶
交链剂 2			
催化剂 0.5			
道康宁 R1111 10	粘稠件	不溶	不溶
柔软剂 R111 10	蜡状	溶	溶

从以上成膜试验中，我们可以看出，交链剂能协助提高有机硅分子联结成网络结构，形成弹性膜，提高耐湿性。

然后对产物进行查理试验，分别将有机硅阳离子乳液、阳离子硅蜡乳液、阴离子硅蜡乳液按 $L_4(2)^3$ 正交表进行试验，以便得出单因素对查理效果的影响，从而得出最佳工艺配方。根据分析我们知道焙烘温度与交链剂对反应影响最大，选用了它们为其中的因素，试验结果如下表：

有机硅阳离子乳液正交试验表

因素 试验号	阳乳液	交链剂EH 催化剂	焙烘 温度	回弹性(度)		洗后回弹性 (度)(经纬)		手 感	强力 (公斤)	
				急	缓	急	缓		经	纬
1	1(10%)	1(0%)	1(163°C)	205.2	239.8	207.3	238.7	好	55.2	36.7
2	2(20%)	1	2(130°C)	186.2	231.6	187.6	222.2	较好		
3	1	2(2.5% 催0.5%)	2	180.2	213.2	180.9	213.8	较好		
4	2	2	1	217.6	255.2	216.8	253.5	好	50.3	33.0

阳离子硅蜡乳液正交试验表

因素 试验号	阳离子 硅蜡乳液	交链剂EH 催化剂	焙烘 温度	回弹性(度)		洗后回弹性 (度)(经纬)		手 感	强力 (公斤)	
				急	缓	急	缓		经	纬
1	1(10%)	1(0%)	1(163°C)	210.8	240.2	211.0	240.5	较好	52.5	38.1
2	2(20%)	1	2(180°C)	200.4	231.2	200	230.8	较好		
3	1	2(2.5% 催0.5%)	2	196.8	226.6	196.2	225.8	较好		
4	2	2	1	219.8	243.7	214.4	242.8	较好	53	33.8

阴离子硅蜡乳液正交试验表

因素 试验号	阴离子 硅蜡乳液	交链剂EH 催化剂	焙烘 温度	回弹性(度)		洗后回弹性 (度)(经纬)		手 感	强力 (公斤)	
				急	缓	急	缓		经	纬
1	1(10%)	1(0%)	1(163°C)	205.2	240.2	207.4	239.2	较好	54.5	37.3
2	2(20%)	1	2(180°C)	196.4	238.8	196.2	233.4	较好		
3	1	2(2.5% 催0.5%)	2	193.2	232.2	193.7	232.2	一般		
4	2	2	1	208.4	244.5	208.7	243.8	较好	53.5	35.4

45/45 棉细布经柔软整理后的物理机械指标

整理剂 配方(%)	回弹性(度) (经+纬)		洗后回弹性(度) (经+纬)		手 感	强力 (公斤)	
	急	缓	急	缓		经	纬
原样	180.8	210.2			差	57.3	36.3
道康宁 R111 (10)	212.6	239.8	212.9	240.8	好	53	36
柔软剂 RM(20)	204.4	234.1	203.8	233.1	较好	53.5	39

以上试验测定方法:

1. 整理织物耐洗性测定:

将整理过的织物在3%皂片溶液中, 温度60~65℃浸15分钟, 隔比1:50, 然后用40℃温水洗1分钟, 取出平放在70~80℃烘箱中烘干作为洗涤一次, 重复操作四次后测定织物的干弹性并与未洗织物作比较。

2. 织物折皱回复性能测定:

利用ZST-80型织物质弹性仪测试。

3. 织物强力测定:

利用Y502型强力试验机测试。

4. 织物手感测定:

采取主观手摸经验评定法, 根据织物的柔软滑爽性, 手感分4个等级: 最差、一般、较好、好。

从以上正交试验结果来看, 耐洗性都很好, 手感与回弹性一致, 回弹性高, 手感则好, 回弹性低, 则手感也差。因此只需讨论回弹性受单因素的影响情况, 通过回弹性受单因素的影响来说明整理效果受单因素的影响。

在正交试验中, 极差大的因素是影响大的因素即该因素有潜力可控, 可以进一步试验, 找出它的最佳状态, 反之亦反。

下西列云以上正交试验中的极差值:

(1). 温度的极差

有机硅阳离子乳液：

$$R_{总} = (205.2 + 217.6) - (186.4 + 180.2) = 56.2$$

$$R_{残} = (239.8 + 255.2) - (221.6 + 231.2) = 60.2$$

阳离子硅蜡乳液：

$$R_{总} = (210.8 + 214.8) - (200.4 + 196.2) = 28.4$$

$$R_{残} = (240.2 + 243.7) - (231.2 + 226.6) = 26.1$$

阴离子硅蜡乳液：

$$R_{总} = (205.2 + 208.4) - (196.4 + 193.2) = 24$$

$$R_{残} = (240.2 + 244.5) - (233.8 + 232.2) = 18.8$$

②. 交链剂 EH 极差

有机硅阳离子乳液：

$$R_{总} = (180.2 + 217.6) - (205.2 + 186.4) = 4.2$$

$$R_{残} = (255.2 + 213.2) - (239.8 + 221.6) = 7.2$$

阳离子硅蜡乳液：

$$R_{总} = (196.8 + 214.8) - (210.8 + 200.4) = 0.4$$

$$R_{残} = (226.6 + 243.7) - (240.2 + 231.2) = 1.1$$

阴离子硅蜡乳液：

$$R_{总} = (205.2 + 196.4) - (193.2 + 208.4) = 0$$

$$R_{残} = (240.2 + 233.8) - (232.2 + 244.5) = 2.7$$

从以上极差数据来看，温度的极差很大；对交链效果影响很大，从交链成网络结构的反应来看，温度高有利于反应的进行，而以上试验中，温度高交链效果却差，这是由于温度高时，纱线之间已有粘结现象发生。

交链剂用量的极差也有一些对交链效果也有一定影响。

三种有机硅乳液受温度，交链剂影响基本上有相同的趋势。因此，我们只重点对有机硅阳离子乳液进行进一步试验，进一步分析焙烘温度，交链剂对交链效果的作用，以便找出最佳的焙烘温度和交链剂用量。

由于温度太低，不利于交链反应进行，温度太高，纱线间会产生粘结现象，所以温度选在 $155 \sim 180^{\circ}\text{C}$ 之间，交链剂用量，根据计示，至多 2% 就够了，因此交链剂用量选在 $0 \sim 2.5$ 范围之间，有机

硅阳离子乳液采用20%，催化剂采用0.5%，试验结果如下表：（包括正交试验中的两组数据）

交链剂 用量(%)	焙烘温度 (度)	回弹性(度) (急+缓)		急+缓
		急	缓	
0	168	211.8	248.4	460.2
0.9	172	217.5	255.9	473.4
2.3	175	213.3	249.7	463
0.4	164	219.5	258.3	477.8
2	180	182.1	215.5	417.7
1.5	162	213.1	251.3	464.4
0.4	172	217.7	256.7	474.4
0.9	164	220.1	259.3	479.4
2.3	158	202.2	238.2	440.4
1.5	158	199.9	237	433.9
0	180	186.4	221.6	408
2	162	217.6	255.2	472.8

根据以上数据，我们找出它的回归方程来，以便找到最佳焙烘温度和交链剂用量。

①、找关系式

根据散点模型图，以及我们的分析，焙烘温度在两边回弹性差，在中间回弹性高，因此焙烘温度与回弹性的关系我们不妨用。

$$y_1 = b_1(x_1 - x_{10})^2 + b_0'$$

来试令，看看是否符合试验数据，而交链剂的用量与回弹性的关系是，交链剂用量少的时候，即从没有到微量时，回弹性增加很多，交链剂用量大了，回弹性增加的不多，因此交链剂用量与回弹性的关系我们不妨用。

$$y_2 = b_2 \ln(x_2 + x_{20}) + b_0''$$

来试令，看看是否符合试验数据，这样我们就得到回弹性与焙烘温度和交链剂用量的关系式。

$$y = y_1 + y_2 + b_0''' = b_1(x_1 - x_{10})^2 + b_0' + b_2 \ln(x_2 + x_{20}) + b_0'' + b_0'''$$

$$y = b_0 + b_1(x_1 - x_{10})^2 + b_2 \ln(x_2 + x_{20})$$

$$\text{设 } x_1' = (x_1 - x_{10})^2 \quad x_2' = \ln(x_2 + x_{20})$$

则得线性关系式

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2'$$

这样便可以用多元线性回归分析法来解。

②. 求使 $Q(b_0, b_1, b_2) = \sum [y_t - (b_0 + b_1 x_{1t} + b_2 x_{2t}')]^2 = \sum [y_t - (b_0 + b_1 (x_{1t} - x_{10}) + b_2 \ln(x_{20} + x_{2t}))]^2$ 为最小时的 $\hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2$, 以及 $\hat{x}_{10}, \hat{x}_{20}$

先求:

$$\bar{y} = \frac{1}{12} \sum y_t, \bar{x}_1' = \frac{1}{12} \sum x_{1t}' = \frac{1}{12} \sum (x_{1t} - x_{10}), \bar{x}_2' = \frac{1}{12} \sum x_{2t}' = \frac{1}{12} \sum \ln(x_{20} + x_{2t})$$

$$l_{11} = \sum (x_{1t}' - \bar{x}_1')^2 = \sum ((x_{1t} - x_{10})^2 - \bar{x}_1')^2$$

$$l_{12} = l_{21} = \sum (x_{1t}' - \bar{x}_1')(x_{2t}' - \bar{x}_2') = \sum ((x_{1t} - x_{10})^2 - \bar{x}_1')(\ln(x_{20} + x_{2t}) - \bar{x}_2')$$

$$l_{22} = \sum (x_{2t}' - \bar{x}_2')^2 = \sum (\ln(x_{20} + x_{2t}) - \bar{x}_2')^2$$

$$l_{1y} = \sum (x_{1t}' - \bar{x}_1')(y_t - \bar{y}) = \sum ((x_{1t} - x_{10})^2 - \bar{x}_1')(y_t - \bar{y})$$

$$l_{2y} = \sum (x_{2t}' - \bar{x}_2')(y_t - \bar{y}) = \sum (\ln(x_{20} + x_{2t}) - \bar{x}_2')(y_t - \bar{y})$$

通过方程组

$$\begin{cases} l_{11} b_1 + l_{12} b_2 = l_{1y} \\ l_{21} b_1 + l_{22} b_2 = l_{2y} \end{cases}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1' - b_2 \bar{x}_2'$$

解出 $\hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2$, 同时得 $\hat{x}_{10}, \hat{x}_{20}$

③. 检查

$$Q = \sum (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad u = \sum (\hat{y}_t - \bar{y})^2$$

$$\text{这里 } \hat{y}_t = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 (x_{1t} - \hat{x}_{10}) + \hat{b}_2 \ln(x_{20} + \hat{x}_{20})$$

$$F = \frac{u/2}{Q/(12-2-1)} = 116$$

查自由度为 2, 9 的 F 分布表, $\lambda = 8.02 (\alpha = 0.01) < F = 116$

即上式的线性回归是显著的, 也就是说我们进行尝试的关系式是很符合试验数据的。

以上的过程是通过我们的 HP-85B 计算机来完成的(程序附后)在以上过程中, 我们是将 x_{10}, x_{20} 取在某一范围内有一定间隔的值, 计算机使 $Q = \sum (y_t - \hat{y}_t)^2$ 在该 x_{10}, x_{20} 情况下最小时的相应的 $\hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2$, 根据 $\hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2$ 计算在相应的 Q , 比较各种 x_{10}, x_{20} 情况下的 Q 值, 得使 $Q = \sum (y_t - \hat{y}_t)^2$ 为最小时的 $\hat{x}_{10}, \hat{x}_{20}, \hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2$ 。

计算机输出结果:

$$= 10 =$$

$$\begin{cases} \hat{x}_{10} = 168 \\ \hat{x}_{20} = 0.1 \\ \hat{b}_0 = 482 \\ \hat{b}_1 = -0.46 \\ \hat{b}_2 = 5.4 \end{cases}$$

这样我们得到回弹性与焙烘温度和交链剂用量的经验公式：

$$y = 482 - 0.46(x_1 - 168) + 5.4 \ln(x_2 + 0.1)$$

下式求当使回弹性 y 为最大时的温度 x_1 和交链剂用量 x_2

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = 2(-0.46) \cdot (x_1 - 168) = 0 \quad x_1 = 168$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = \frac{5.4}{0.1 + x_2} = 0$$

由于在 $[0, 25]$ 区间无极值，所以最大值点 endpoint $x_2 = 2.5$

考虑到交链剂用量2%与2.5%回弹性差别不大，使生产少用成本，配方时还是用了2%。

将：

有机硅阳离子乳液 20g
交链剂 EH 2g
催化剂 0.5%

在168℃下再试验，得

回弹性(度) (经+纬)		洗后回弹性(度) (经+纬)		手 感	强 力 (公斤)	
急	缓	急	缓		经	纬
226.3	265.1	225.8	264.3	好	49.6	33.9

最后将该工艺配方进行生产，各项物理机械指标都基本符合小样试验。

四、结论

通过试验和生产，说明有机硅乳液柔软剂较非硅系柔软剂为好，成膜性好、坚固耐洗，织物经有机硅处理后，弹性提高，手感柔软滑爽，尤其滑爽性较非硅系柔软剂更为优越。

主我们试验的有机硅阳离子乳液，阳离子硅蜡乳液，阴离子硅蜡乳液中，有机硅阳离子乳液较其他两者更为显著，成膜性更好，更具有耐洗牢性，弹性，手感柔软性以及滑爽性均高，基本上可以代替道康宁 R1111，从而可以减少或节省外汇，提高经济效益。

工艺配方对柔软整理效果十分重要，工艺配方合理能极大地提高弹性，手感柔软和滑爽性。

当配方为

有机硅阳离子乳液	20%
交链剂 EH	2%
催化剂	0.5%

主工艺条件为：二浸二轧， 100°C 烘干， 168°C 焙烘70分钟时，有机硅阳离子乳液柔软效果达到最高，手感柔软，滑爽，弹性高，耐洗性好，这是由于这种硅蜡分子间形成了较理想的网络结构，同时纱线之间又发生什么粘结现象，从而显示出好的柔软效果。

五、结束语

本文是在孙洪洪付总工程师的直接组织和条件指导下完成的，得到刘仁英同志的大力实验帮助，在此表示感谢。

江西棉纺织印染厂总工程师室

殷一德 王幼春 胡增光

执笔人：王幼春

附：计算机程序

```
10 OPTION BASE 1
11 S=5000 @ Y=0 @ V=0
20 DIM L(2,2), X(2,12), Y(12), Z(12), B(2), P(2)
25 FOR A=1 TO 12
30 READ X(1,A), X(2,A), Y(A)
35 H(8)=1/2 * Y(A) @ Y=Y+H(8)
40 NEXT A
45 FOR J=0.1 TO 5 STEP 0.1
50 FOR J=158 TO 178
55 F(1)=0 @ F(2)=0
60 FOR A=1 TO 12
70 H(1)=1/2 * (X(1,A)-J) ^ 2 @ H(2)=1/2 * LOG(X
(2,A)+1)
80 F(1)=F(1)+H(1) @ F(2)=H(2)+F(2)
90 NEXT A
100 L(1,1)=0 @ L(1,2)=0 @ L(2,1)=0 @ L(2,2)=
0 @ P(2)=0
110 FOR A=1 TO 12
120 H(3)=((X(1,A)-J) ^ 2 - F(1)) ^ 2
130 H(4)=((X(1,A)-J) ^ 2 - F(1)) * (LOG(X(2,A)+
1) - F(2))
140 H(5)=(LOG(X(2,A)+1) - F(2)) ^ 2
150 H(6)=(X(1,A)-J) ^ 2 - F(1) * (Y(A)-Y)
160 H(7)=(LOG(X(2,A)+1) - F(2)) * (Y(A)-Y)
170 L(1,1)=L(1,1)+H(3)
180 L(1,2)=L(1,2)+H(4)
190 L(2,2)=L(2,2)+H(5)
200 P(1)=P(1)+H(6)
210 P(2)=P(2)+H(7)
220 NEXT A
```

```

230 L(2,1)=L(1,2)
330 MAT B=SYS(L,P)
340 C=Y-B(1)*F(1)-B(2)*F(2)
350 FOR A=1 TO 12
360 Z(A)=C+B(1)*(X(1,A)-J)^2+B(2)*LOG(X(2,A)+I)
370 NEXT A
380 T=0
390 FOR A=1 TO 12
400 M=(Y(A)-Z(A))^2
410 T=T+M
420 NEXT A
430 IF T>S THEN 450
440 S(1)=J @ S(2)=I @ S(3)=B(1) @ S(4)=B(2) @
    S=T
445 S(5)=P(1) @ S(6)=P(2) @ S(7)=T @ S(9)=C
446 DISP"J=";J;
450 NEXT J
455 DISP"I=";I
460 NEXT I
470 U=S(3)*S(5)+S(4)*S(6)
475 S(8)=U/2/S(7)*9
480 PRINT"U=";U;"Q=";S(7);"J=";S(1);"I=";
    S(2);"F=";S(8);"B(1)=";S(3);"B(2)=";S(4);"B(0)
    =";S(9)
490 DATA 168,0.460,2,172,0.473,4,175,2.3,463,164,
    0.4,477,8,180,2.417,7,162,15,464,4,
500 DATA 172,0.4,474,4,164,0.9,479,4,158,2.3,440,4,158,
    1.5,433,3,162,2.472,2,180,0.408
510 END

```