

# 有机硅整理剂及其在纺织工业上的应用

章基凯 赵陈超

(上海树脂厂)

**【摘要】** 本文概述有机硅整理剂的种类、特点及在纺织工业上的应用。

## 一、有机硅整理剂的种类和特点

### 1. 种类

有机硅织物整理剂根据其化学反应性以及纤维素的反应性能,大致分为非活性、常规活性和有机功能型三种。

(1) 非活性有机硅:这种类型的典型代表是聚二甲基硅氧烷,在纺织品精加工时的常用粘度范围是 $10\sim 12500\text{mm}^2/\text{s}$ 。由于该化合物具有柔韧的高分子链段、稳定化学键和较低的分子间作用力,因此经乳化和用于织物整理,能赋予织物各种理想的性能。但其自身不能交联,与纤维不起化学反应,因而整理效果是不耐水洗。

(2) 常规活性有机硅:常规活性有机硅是聚二甲基硅氧烷经改性处理后所得到的一种聚合物。它含有氢硅烷、羟基硅烷或酯的官能团。在水和有机金属催化剂存在时,这些官能团通过水解作用产生硅烷基,经浓缩,在纤维表面缩合成不溶于水和溶剂的网状物。另外,部分羟基还能与纤维上的极性基团如羟基、氨基等缩合。所以,这种交联聚合物具有耐洗性。羟基乳液,按其制备方法不同,可分为乳化硅油和羟基硅油乳液两大类。乳化硅油是采用机械乳化本体聚合的硅油。羟基硅油乳液是采用单体、水、乳化剂、催化剂等原料,在一定条件下进行乳液聚合而成的,它使聚合和乳化一步完成,且得到的乳液稳定,颗粒均匀,所制得的聚合物两端带有活性基团,羟基可以进一步反应,交联成大分子网状结构,有利于提高乳液的应用效果。羟基硅油乳液,按所用的表面活性剂不同,又可分为阳离子、阴离子、阴离子-非离子复合、阳离子-非离子复合,并已投入市场使用。

(3) 有机功能型有机硅:该类有机硅是织物整理剂中最新一类有机硅聚合物,是在聚二甲基硅氧烷的主链中引进各种胺基、环氧基、聚醚、或醇基等有机

活性基团,以代替制造常规活性有机硅所用的硅烷醇基团。由于它带有能与纤维、耐久压烫定型树脂、胶乳体系反应,或其自身反应的官能团,所以整理后的织物具有新的功效及更好的耐洗效果。

### 2. 特点

有机硅织物整理剂是以硅氧交替组成稳定的中心结构、且侧链连着有机基团(主要是甲基)的聚硅氧烷。由于构成聚硅氧烷主链的Si-O-Si键的键角较大,原子与原子之间的距离较长,具有较大的自由度,此外, Si-C键的键长为 $1.93\text{\AA}$ ,分子间作用力较弱。因此,氧气、氮气甚至水蒸汽等气体的分子易透过,能赋予织物较好的透气性和透湿性。构成有机硅主链Si-O键的键能( $4.52\times 10^5$ 焦/摩尔)大于一般有机硅C-C键的键能( $3.48\times 10^5$ 焦/摩尔);此外,在Si-O键中硅原子和氧原子的相对电负性的差数大,因之Si-O键极性大,对Si原子上连接的有机基团有偶极感应影响,提高了所连有机基团对氧作用的稳定性,即Si-O-Si键对这些有机基团的氧化,能起到屏蔽作用。因此,有机硅织物整理剂具有非硅整理剂所没有的热稳定性,可作为纺织油剂。有机硅聚合物是由多个硅原子单元构成的螺旋结构,低温时收缩,高温时伸长,侧链甲基的旋转等自由;此外,侧链的甲基的表面能很低,它遮盖了高极性的Si-O-Si主链,导致了有机硅聚合物的分子间力很弱,表面张力极低。这些性能不仅能给予织物拒水性、回弹性、润滑性,而且还有消泡等功能。总之,有机硅织物整理剂具有热稳定性好、表面张力低、平滑性良好、无味无臭、毒性极低、对皮肤无刺激性、拒水性优良、贮存稳定性好及透气性和透湿性等良好的综合性能。使用有机硅处理的织物,不仅可以满足耐磨、耐撕裂、耐折皱、挺括、洗后免烫熨,而且手感柔软、丰满、富有弹性及超级滑爽,还可以减少树脂消耗量 $20\sim 50\%$ ,并使织物的吸水率降低,缩短干燥时间,从而节省能源。有机硅

与其它树脂共用时,能改善织物的物理性能和手感。

非活性有机硅耐洗性差,用常规活性、有机功能有机硅可提高织物的耐洗性能,从表1可见。

表1 50/50涤棉织物耐洗性比较

有机硅类型	迁移百分比 (%)
非活性	85~98
常规活性	20~55
有机功能型	20~55

注:整理剂为2D10%(o. w. f.)D. P. 催化剂和有机硅0.6%;方法为织物试样经甲基丁基酮萃取,分析残余的有机硅含量。

## 二、有机硅织物整理剂的应用

目前有机硅织物整理剂的应用仍以常规活性有机硅为主,少量有机功能型有机硅也已采用。下面介绍国内在纺织品上的有机硅整理剂应用开发的概况。

1. 真丝绸织物和真丝针织品防皱、免烫整理:我们分别与上海丝绸科学技术研究所和苏州丝绸研究所协作,采用有机硅材料对真丝织物及其针织品进行整理,获得满意结果。

### 例1 12107真丝双皱整理

整理配方(克/升):丝绸整理剂50; SAH-289 羟基硅油乳液25; SAH-3 催化剂10; SAH-4 织物交链剂6.25; 抗静电剂5.0。

整理工艺:两浸两轧(轧液率为6.3~9.0%)→超喂热风防缩→针板拉幅机烘干(120℃×3分钟,车速20米/分)→呢毡机整理。

经上述整理后的双皱真丝织物达到柔软而有身骨,厚实而有弹性,滑爽而不溢的综合性能。曲摩比原来提高1~2倍,收缩率从原来10%左右下降为3%以下,抗皱极佳,折皱回复角提高40度左右,耐洗性能也很好,手工洗涤20次后,急弹、缓弹和曲摩指数基本不变。

### 例2 真丝针织品整理

整理配方(克/升):SAH-288B 羟基硅油乳液20; SAH-283 乳液2.4; SAH-2 交联剂5; 触媒2; 丝鸣剂1~2; 抗静电剂5。

整理工艺及条件:浴比为1:10; 温度为40℃; 时间为30分钟; pH值为5~5.6; 含水量为坯绸重量的288%时,100℃烘干,130℃焙烘。

整理后的真丝针织品具有轻盈、滑爽、有弹性、挺括和耐磨等性能,抗皱免烫达5级,其最大特点是

织物不残留游离甲醛,是一种无污染整理。

2. 呢绒超级耐洗防缩整理:有机硅呢绒整理剂的优点是呢绒在整理过程中不发生化学预降解,减少起球,耐干洗,对色彩或染色剂不产生有害的影响,整理后的衣服仍保持呢绒原有的柔软。目前,国内采用氯化法和有机硅两步法防缩整理羊毛衫,能将羊毛纤维表面的鳞角封死,大大减少定向摩擦效应而产生较好的防缩效果,达到国际羊毛局规定的整理指标。

整理配方(克/升):SAH-289 羟基硅油乳液48; SAH-283 乳液12; SAH-2 交联剂6; SAH-3 催化剂4; 渗透剂适量。

整理工艺:氯化→脱氢→水洗→脱水

有机硅乳液处理条件:处理时间为20~25分钟; 处理温度为30℃; pH值为5; 焙烘为90℃×15~20分钟。

经北京羊毛衫厂等单位2年多生产实践证明,经氯化法和有机硅整理的羊毛衫可达到“超级耐洗”的质量标准,毡化收缩率为0%,起毛起球提高0.5~1级,皂片耐汗渍牢度为3~4度。经5次强化洗涤后收缩率变化极小,织物表面纹路清晰,没有毡缩现象,手感柔软、滑糯,保持原有羊毛衫风格。而未经处理的羊毛衫,洗涤3次后织物表面严重毡缩,纹路不清,并有一层毛球,影响穿着。

3. 羊毛衫“浮雕”整理:“浮雕”羊毛衫是利用和控制羊毛纤维的特性和有机硅局部防缩处理相结合,由有机硅为主体配制成特殊的整理浆料,使用根据图案制成的筛网花板将整理浆料印在织物上,通过焙烘,使之结合形成局部防缩。然后再进行缩绒,使未印到浆料的地方绒毛丛生,产生丰满的绒面,而印上整理浆料的织物,虽经缩绒但仍保持织物的原状,形成了由绒毛组成的具有凹凸型、类似“浮雕”效果的立体图案。

整理配方(%):SAH-“浮雕”有机硅溶液7~10; SAH-“浮雕”助剂A3~5; SAH-“浮雕”助剂B2~3; SAH-“浮雕”助剂C1~2。

整理工艺:半成品→制作网板→印浆→预烘(40~50℃)→焙烘(110℃×10分钟)→成衣→缩绒→脱水→烘干→蒸烫

整理后羊毛衫的起毛起球松弛收缩,达到国际羊毛局规定,耐洗牢度增强30.1%。在工业洗衣机中40℃洗60~100分钟后,花型保持清晰、美观,手感丰满,具有轻、薄、柔软等特点。

4. 柞丝绸防水整理:柞丝绸由于存在水渍泛黄

等缺点,在国内外的销售受到影响。为了消除柞丝绸水迹,曾用甲醛整理、铝腊法进行防水、防水渍整理,但存在耐洗性差,腊迹工艺复杂等缺点。我们与河南南阳丝织厂协作开展柞丝有机硅防水整理,取得较好效果。

整理配方(克/升): SAH-288 羟基硅油乳液 70; SAH-283 乳液 18; SAH-2 交联剂 9.4; 催化剂 A14.3; 催化剂 B8.1。

整理工艺: 8041 漂白柞绸→两浸两轧(轧液率 60~70%)→预烘(85~90℃、车速 20 米/分)→焙烘(125℃×1.5 分钟)

经有机硅整理,在纤维表面覆盖了一层极薄的有机硅膜,并与纤维化学结合而增加了耐洗性。该膜也增加纤维之间平滑性,减少了纤维间位移,同时有机硅中疏水甲基在纤维表面定向排列向外,使纤维防水效果显著,耐水压比铝腊法提高 20~30%,耐摩指标比原样提高 1 倍,并改善丝绸的手感,与铝腊法相比,具有工艺流程短,操作简便,消除腊迹。

5. 涤纶纤维复洗的防粘整理: 聚酯纤维由于结晶度高、结构紧密,造成染料不易渗入纤维内,只能采用高温、高压或载体染色,但该纤维由于表面存在不溶于水的环状低聚体,导致在标准状态(20℃相对湿度 65%)下吸湿只有 0.4%左右,在纺织加工时容易产生静电,尤其深色涤纶易发粘并合,影响纺纱质量。

复洗工作液配方(克/升): SAH-288B 羟基硅油乳液 5; 抗静电剂 5; 触媒 5。工作液: 第一浴为 60℃清水; 第二浴为 40℃清水; 第三浴在 10~15℃浸轧; 车速为 1200~1400 转/分。用含有机硅的复洗工作液,利用有机硅的防粘作用,可以明显促进低聚物的排出和染料的吸收,次品率下降 43%,静电衰减期减少 20%,乙醚萃取物减少 22%,单纤维绝对强度增加 0.67%,基本消除绕罗拉和出硬头现象,修补工时比原来减少 10%左右,深色毛涤纶的前纺生产能力比原来提高 30%,仅上海元丰毛纺厂一年可增产毛涤产品 1 万米,增加产值 22 余万元,而且使用复洗新工艺后,毛纱条干不均率改善,大脑皮纱明显下降,产品质量明显提高,现已在全国毛纺工业推广。

6. 浆纱的保护整理: 我们与苏州染织二厂协作,用有机硅代替乳化腊,实践结果是: 经向断头率降低 88%,布机效率提高 5~10%,成本降低 1/3,并避免了腊液溶化于布面而影响质量。

工艺条件: 整理液 SAH-288B 与水以 1:1 混合,

常温下处理; 上腊辊转向为用经纱方向,上腊辊直径为 101cm,上腊辊浸入深度为 2~2.5cm; 上油率为  $0.3 \pm 0.1\%$  (上油量与纱重的比例)。

7. 刺绣精品的防霉、防污渍、防光照整理: 我们与苏州刺绣研究所共同协作把有机硅材料应用到传统的高档艺术作品上,提高了刺绣样品艺术观赏价值,现已投入批量生产,并出口展销十九个国家和地区。

整理工艺有(1) 浸色线: 丝线经染色干燥后即可用 SAH-288 羟基硅油乳液浸泡,然后于 80~100℃干燥固化。未处理的丝线不易分股且易断线,处理后的丝线可分得特别细(1/50 股),而且色泽鲜艳,刺绣时不受污水污染。(2) 浸轧法: 将刺绣底料在小型浸轧机上浸轧,浸轧液是有机硅整理剂 A: 有机硅整理剂 B 为 1:1,浸轧后经 120℃烘干。(3) 喷涂法: 先将刺绣底料装在绣花绷架上采用专用喷枪,采用适当气压,调节喷枪的雾化,即可喷涂。喷涂刺绣作品时要严格消除作品表面的尘土的污渍。喷涂采用有机硅溶液是 SAH-2 刺绣整理液: 有机硅整理剂 B 为 1:1。

8. 纺织品卫生整理: SQR-01 有机硅作为季铵盐与纤维相结合的交联剂,它是依靠离子结合和共价键以化学、物理性固定在纤维表面和空隙而形成牢固的无手感的薄膜,粘牢度大,具有良好耐洗性。微生物与它接触后,细胞壁受到物理性的破坏,其成长受到抑制。SQR-01 除对危害人体和纺织品的葡萄球菌、白癣菌、大肠杆菌、肺炎杆菌、真菌(霉菌)等有显著的抑制功能外,还具有优良的防臭性能,且适应性广泛。目前在纺织工业中,对于大批量的针织坯布或棉坯布均采用浸轧法加工工艺,抗菌剂浓度控制在 1~2%,轧液率 70%,烘燥温度为 100~105℃。

9. 柔软整理: 氨基改性有机硅是一种新颖柔软剂,它具有超柔软效果,其取决于侧链上的氨烷基对同一硅原子上的烷氧基或羟基有活化作用,能使有机硅大分子间交联成网状薄膜氨基硅,还能与天然纤维、合成纤维及其混纺织物中纤维分子的—OH、—NH<sub>2</sub>、—COOH、—CONH<sub>2</sub>、—CONH—、—CN 等活性基交

链成共价键或与织物整理剂 DMEU、2D、六羟、环氧多氨等单体分子中的  $\text{>N-CH}_2\text{OH}$ 、 $\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}$ —活性基交链,形成复杂的三维空间弹性体。当然也不排斥 Si—O—Si 键与纤维的某些基团形成氢键结合。总之,使有机硅聚合物有效地定向吸附于纤维表面,减少纤维之间的摩擦系数,尤其是静摩擦系数,其结果是微

(下转第 33 页)

(上接第 45 页)

小外加力能使纤维制品容易变形，而具有柔软手感。  
对织物柔软整理采用浸轧法加工工艺，氨基改性有机硅乳液的用量为 30 克/升，轧液率 65%，预烘 105℃、

焙烘 185℃ × 30。

总之，有机硅整理剂系列产品是理想的多功能织物整理剂，它将为织物整理开拓新的天地。