

# 羟基硅油乳液的性质及在涤纶纤维上的成膜性\*

黄 英 刘香鸾

(中国科学院化学研究所)

**【摘要】** 本文通过研究在纤维表面与羟基封端的聚二甲基硅氧烷乳液粒子之间的静电作用对聚硅氧烷在纤维上的成膜性有着重大的影响。用一种特殊类型的阳离子改性剂对阴离子型羟基硅油乳液进行改性可大大改进聚硅氧烷在纤维上的成膜性,从而明显提高它对纤维的润滑整理效果。

目前国内用乳液聚合方法生产的阳离子型羟基硅油乳液已应用于涤纶缝纫线的润滑整理,可满足 4500r/min 高速缝纫的要求<sup>[1]</sup>。但存在比较严重的漂油问题,其分子量也较低(<10万),上油量要在 2% 以上。近年出现的阴离子型羟基硅油乳液,具有乳液粒子小而均匀、稳定性好等特点,其分子量可达 20 万以上,但它对涤纶缝纫线的润滑效果差。本文研究了羟基硅油乳液的性质与在涤纶纤维上的成膜性及其对线润滑整理的影响,探讨了羟乳润滑整理的机制,并提出通过阳离子改性提高阴离子型羟基硅油乳液对涤纶缝纫线润滑整理效果的方法。

## 一、实验部分

1. 羟基硅油乳液的制备: 各种分子量的阴离子型羟基硅油乳液的制备参照资料[2],在聚合完成后,每 100 份聚合物加入平平加 A-20 2.5 份,用碱中和至中性。阳离子改性的阴离子型羟基硅油乳液的制备是在上述阴离子型乳液中加入潜在阳离子型的非离子型表面活性剂 H 5 份,用酸中和至中性,有机硅浓度为 30%。阳离子型羟基硅油乳液的制备参照资料[3]。羟基硅油乳液分子量的测定参照资料[4]。

2. 涤纶纤维表面形态的观察: 涤纶纤维表面形态用 S-530 扫描电子显微镜进行观察

和照相。

3. 乳液粒子表面 Zeta 电位的测定: 乳液粒子表面的 Zeta 电位用 LZMM501 电泳仪进行测定。

4. 羟基硅油乳液对涤纶缝纫线的润滑整理

(1) 浸渍工作液的配制: 阳离子型乳液工作液的配制参照资料[1]。阴离子型和阳离子改性的阴离子型乳液工作液的配制,只需将乳液用软水稀释至所需有机硅浓度即可。

(2) 整理工艺: 使用 17tex 短纤维涤纶线,浴比 1:30,轧液率 60%,80℃干燥 2 小时。

(3) 高速缝纫效果的测定: 65/35 涤棉布五层加涤棉混纺衬布两层,以 4500r/min 的速度进行缝纫,记录头三次断线长度,以三次断线长度之和超过 90 米者为合格。

## 二、结果与讨论

1. 乳液粒子与纤维表面之间的静电作用与成膜性: 图 1 为未经整理的与经羟基硅油乳液润滑整理的涤纶纤维表面(上油量为  $1.15 \pm 0.10\%$ ) 的扫描电镜照片。(a) 为未经整理的纤维,表面粗糙,且时有裂纹;(b) 为经阴离子型羟乳整理的线,硅油在纤维表面结成球状,分布极为不匀,成膜性很差;(c) 和 (d) 分别为

\* 国家自然科学基金资助项目

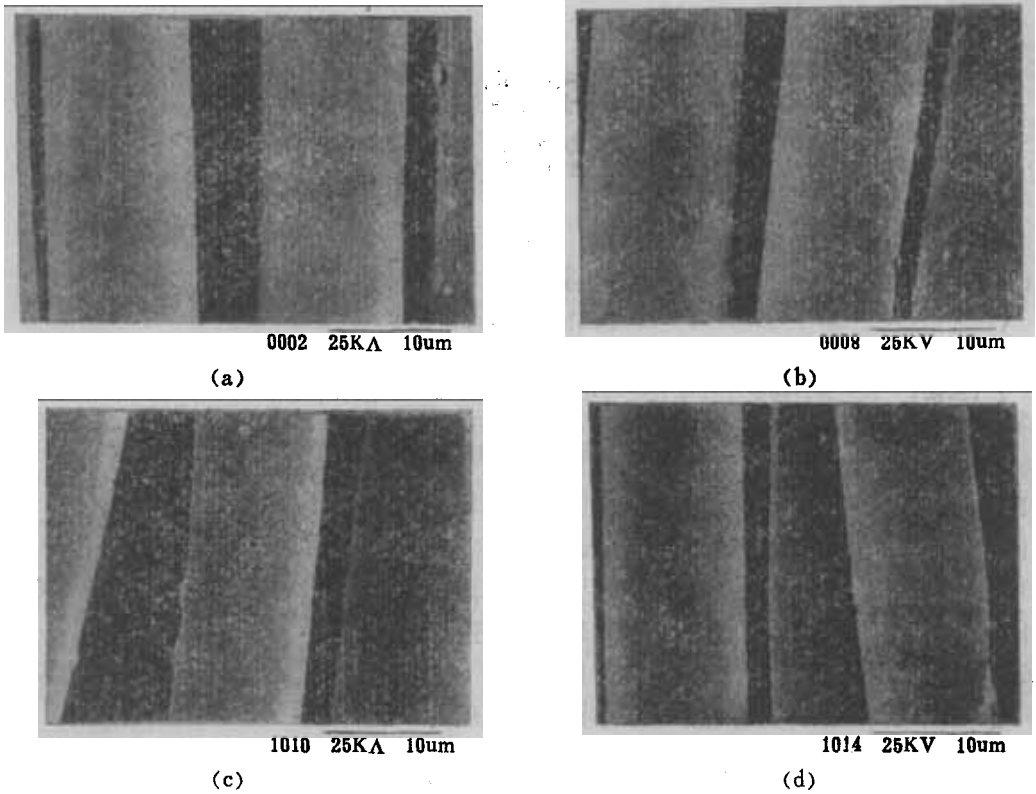


图1 羟乳整理前后涤纶纤维表面的形态( $\times 3000$ )  
 (a)整理前; (b)阴乳( $M=20.3$ 万)整理后; (c)改性阴乳( $M=20.3$ 万)整理后;  
 (d)阳乳( $M=15.4$ 万)整理后。

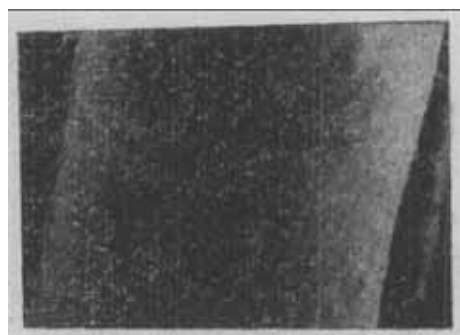
用特殊阳离子型改性剂改性的阴离子型羟乳与阳离子型羟乳整理的线,硅油在纤维表面包覆比较光滑完整,成膜性好。上述结果表明,决定羟基硅油乳液在涤纶纤维上的成膜性的最重要因素是乳液粒子表面与纤维表面所带电荷类型的匹配。

在乳液粒子涤纶纤维表面之间主要存在着静电作用力与范德瓦耳引力。在和水接触时,大多数纤维都带有负电荷<sup>[6]</sup>。当乳液粒子表面带正电荷时,粒子与纤维表面之间的静电吸力与范德瓦耳引力方向一致,乳液粒子被强烈吸附在纤维表面上,形成一层比较均匀完整的有机硅油膜。当乳液粒子表面带负电荷时,由于静电排斥,乳液粒子只能结成球团状,不均匀地浮在纤维的表面,不可能在纤维表面形成一层均匀完整的硅油膜。

阴离子型羟基硅油乳液的粒子表面带有负

电荷,加入阳离子型改性剂后,其改性前后乳液的水稀释液(有机硅浓度为0.01%,各含万分之五的稳定剂平平加A-20)中乳液粒子表面的 $\zeta$ 电位分别为-48和-43(mv),这说明在这两种稀释液中乳液粒子表面带有数量相近的负电荷,阳离子改性剂主要存在于水相中。直流电解试验结果也表明,当阳离子改性后的阴离子型乳液的有机硅浓度小于5%时,其粒子表面仍带负电荷。因此,阴离子型羟乳的阳离子改性能明显改善它在涤纶纤维表面的成膜性的合理的解释是:阳离子型改性剂本身兼有阳离子型与非离子型表面活性剂的特点,它能强烈吸附在带负电荷的纤维的表面,从而改变了纤维表面的电荷特性,使阴离子型羟乳能在涤纶纤维表面形成一层比较均匀完整的硅油膜。

关于表面活性物质对界面上纤维的动电位的影响早有报道。阳离子表面活性物质转变



(a)



(b)

图 2 改性阴乳的分子量对纤维表面形态的影响( $\times 8000$ )  
(a)分子量 10.5 万; (b)分子量 27.5 万。

纤维电荷的作用在工业上已用于有关纤维的消光处理以及纤维的柔软整理<sup>[5]</sup>。

2. 羟基硅油的分子量与成膜性: 图 2 为经阳离子改性的阴离子型乳液的分子量对所整理的涤纶纤维表面形态的影响。结果表明, 在上油量为 1% 左右的情况下, 提高羟基硅油的分子量可明显改进成膜性。这是由于分子量越高, 分子间的作用力越大, 成膜所需的羟基硅油就越少。

3. 羟基硅油乳液对线润滑整理的影响: 表 1 为用阴离子型羟基硅油乳液整理的涤纶缝纫线的高速缝纫效果。试验结果表明, 即使阴离子型乳液的分子量在 20 万以上, 工作液的有机硅浓度高至 4%, 用它整理的涤纶缝纫线也不能满足  $\geq 4500r/min$  高速缝纫的要求。

表 1 阴乳\*整理的涤纶线的缝纫效果

工作液的有机硅浓度 (%)	上油量 (%)	缝纫效果(4500r/min)	
		断线长度(m)	效果
2	1.15	32 22 16	不合格
3	1.68	28 30 16	不合格
4	1.97	8 26 50	不合格

\* 乳液中羟基硅油的分子量为 20.3 万。

用阳离子型改性剂改性的阴离子型羟基硅油乳液整理的涤纶缝纫线的高速缝纫结果列于表 2。结果表明, 分子量同为 20.3 万, 经阳离子改性的阴离子型乳液对线的润滑效果明显

优于阴离子型乳液。并且, 在上油量基本相同的条件下, 涤纶线的高速缝纫效果明显随着用以整理的羟基硅油乳液分子量的提高而提高。当羟基硅油分子量达 20 万以上, 整理工作液的硅油浓度只要 2%, 上油量只需 1% 左右。

表 2 阳离子改性的阴离子型羟乳对涤纶线润滑整理的影响

羟基硅油分子量 (万)	上油量 (%)	缝纫效果(4500r/min)		
		断线长度(m)	效果	
10.5	0.90	2 6 8	不合格	
16.5	1.08	40 32 4	不合格	
20.3	1.09	50 42 50	合格	
32.9	0.99	48 40 50	合格	

注: 工作液的硅油浓度为 2%。

由于使用的阳离子型改性剂兼有阳离子型和非离子型表面活性剂的特性, 可与阴离子型乳液同浴而不会导致乳液粒子凝聚。改性后的羟乳对纤维有良好的润滑性和稳定性。

### 参 考 资 料

- [1] 《纺织学报》, 1982, Vol. 3, No. 12, p. 37.
- [2] 《合成橡胶工业》, 1987, 10(6), 418.
- [3] 《高分子通讯》, 1982(4), 310.
- [4] 《有机硅材料及应用》, 1988(1), 18.
- [5] 格·弗罗切尔著, 《纺织染助剂的化学和物理化学》, p. 31, 51, 中国财政经济出版社, 1964.