

# 双联表面活性剂 Gemini-1 对羊毛染色性能的影响

贾丽霞

程志斌

宋心远

(新疆大学, 乌鲁木齐, 830008) (新疆纺织科学研究院) (东华大学)

摘要: 研究了合成双联表面活性剂 Gemini-1 及其复配助剂对酸性染料及酸性媒介染料溶解性、染深性、色泽鲜艳度等方面的影响。结果表明, 通过 Gemini-1 与所选助剂的协同增效, 在一定范围内对染料的染色性能有不同程度的改善, 为羊毛及其混纺染色提供了潜在的研究价值。

关键词: 双联表面活性剂 羊毛 染色性能 复配助剂

中图分类号: TS 190. 92 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)01-0092-03

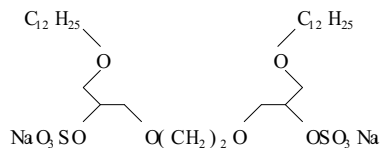
与进口染料相比, 国产酸性染料、酸性媒介染料在价格方面存在较大优势, 但染料颗粒度大, 副产品含量高, 力份低, 影响染料溶解性、染液稳定性以及成品色光、染深性和色牢度等。已有的研究表明<sup>[1, 2]</sup>, 特殊结构表面活性剂在改善染料染色性能方面具有独特作用。本文通过合成的双联(双亲水基-双亲油基)结构表面活性剂及其复配助剂, 探索综合改善常规毛用染料染色性能的可能性。

## 1 试验材料和方法

### 1.1 试验材料

织物: 全毛单面华达呢; 染化料: 酸性蓝 83、酸性蓝 90、酸性红 BR、酸性黄 BR、酸性媒介黑 P2B、酸性媒介黑 T、酸性媒介黑 PVW, Gemini-1(双十二烷基双硫酸酯钠盐)及助剂。

Gemini-1 的结构简式如下:



### 1.2 实验及测试方法

1.2.1 染料稳定性 用 25 g/L 染液沉淀时间表征染液的稳定性, 4 h 内有沉淀为差, 24 h 内无沉淀为良, 48 h 无沉淀的为优。

1.2.2 染色方法 按标准染色工艺进行, 助剂 G 直接加入染浴。如无特殊说明, 酸性和酸性媒介染料用量分别为 1% 和 4% (o. w. f)。小样和中试浴比分别为 40: 1 及 20: 1。

1.2.3 染色性能 用分光光度法测定染料上染率; 在测色配色仪上测定 D<sub>65</sub> 光源, 10° 观察角时染品的 K/S 值、L\*、C\*, 染深性用 K/S、ΔL、鲜艳度用 ΔC 评定。移染性能参照 AATCC 评定变色牢度的色差方法评定。

## 2 结果及讨论

### 2.1 Gemini-1 等助剂对染料溶解性能的影响

图 1 表示助剂 Gemini-1、助剂 1、助剂 2 对酸性蓝 83 水溶液吸收光谱的影响。从中可以看出, 与空白染液相比, 助剂使酸性蓝 83 的吸光度 A 都有一定程度的增加, 其中助剂 Gemini-1 作用显著, 不仅使染料吸光度 A 增幅很大, 而且最大波长从 560 nm 增加到 600 nm。

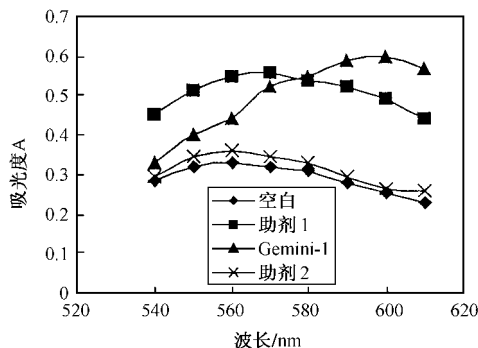


图 1 助剂对酸性蓝 83 吸收光谱的影响

吸光度是染料溶解性能的一种表征, 说明助剂 Gemini-1 对染料的增溶作用非常显著。由于 Gemini-1 具有双联结构, 通过亲水性的柔性联接基 -OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-, Gemini-1 的两支脂肪长链 -C<sub>12</sub>H<sub>25</sub> 在水溶液中伸展, 含碳原子数成倍增加, 并且碳氢链更容易产生强烈的作用, 体系内疏水性能加强。同时借助于联接基的化学键, 2 个亲水基 -OSO<sub>3</sub>Na 紧密相联, 离子头间的相互斥力被大大地削弱, 有利于胶束的形成, 而且离子头数目的增加保证了体系应有的水溶性和亲水性, 降低了常规表面活性剂因为碳氢链数目增加而引起体系溶解性能降低的可能。

性。经测定, Gemini-1 在染液中的临界胶束浓度 (CMC) 比常规的  $C_{12}H_{25}OSO_3Na$  低一个数量级以上, 因此具有更高的表面活性, 在降低水的表面张力方面表现出更高的效率。由于助剂的增溶作用主要发生在体系浓度超过 CMC 形成胶束后, 所以双联表面活性剂 Gemini-1 对有机染料具有较强的增溶能力, 并使染料吸收波长红移而发生深色效应。助剂 1 具有类似于卵磷脂的“单头双尾”结构, 对染料的增溶作用较大, 但对最大吸收波长影响不大。而助剂 2 是一般的有机增溶剂, 分子量较小, 对染料的吸光光谱影响不明显。

## 2.2 Gemini-1 等助剂协同效应的研究及复配

适当的表面活性剂混合体系可通过协同效应而表现出比单一表面活性剂体系更高的表面活性。因此, 在对 Gemini-1、助剂 1、助剂 2、助剂 3(高效渗透剂)、助剂 4(脂肪醇醚磷酸盐)、助剂 5(水溶性高分子化合物) 进行单因素分析的基础上, 重点研究 Gemini-1 二元及多元复配体系的协同效应。表 1、表 2 和图 2 提供 Gemini-1 与助剂 1 的双因子析因设计  $FD_4(2^2)$  及其分析结果。另外还需进行 3 组基础水平试验。设所研究的数学模型为:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2$$

通过 Matlab6.1 工程软件对试验数据的处理, 所得的系数  $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$  和  $b_{12}$ , 以及根据斯梯尤金的  $t$  判断<sup>[3]</sup>, 检验系数重要性的指标  $t_{00}$ 、 $t_{10}$ 、 $t_{20}$ 、 $t_{120}$  同时列于表 2 中。根据斯梯尤金的  $t$  判断的表值, 对于  $P=95\%$  和  $f=2-1=1$ ,  $t_i=4.3$ 。比较  $t_i$  与  $t_0$ , 可舍去  $b_1$ , 因此, 拟合回归方程为:

$$Y = 0.3408 - 0.0032 x_2 + 0.0022 x_1 x_2$$

所得模型的适用性可用费希尔  $F$  判断, 结果证明, 模型能够合适地描述试验。另外从图 2 模型的响应面曲线<sup>[4]</sup>分析可知, 当  $x_1 = -1$  和  $x_2 = -1$  时能够保证吸光度  $A$  最大。因此, 当助剂 1 为  $0.02 \text{ g/L}$ , 助剂 Gemini-1 为  $0.008 \text{ g/L}$  时 2 种助剂对染料增溶的协同作用较好。

表 1 双因子试验设计方案

因子水平	助剂 1 (g/L)	Gemini-1 (g/L)
基础水平	0.03	0.009
变化范围	$\pm 0.01$	$\pm 0.001$

注: 酸性媒介黑 T  $0.02 \text{ g/L}$ 。

采用类似的方法, 认为助剂 Gemini-1 分别与助剂 1、助剂 2、助剂 3 的二或三元组合对染料的溶解性能和上染率有较好的协同作用。将这 4 种助剂再进行  $L_9(3^4)$  的正交试验, 最终确定复配助剂的最佳

比例。将按此方法配制成的 Gemini-1 复配助剂称为助剂 G, 外观为淡黄色液体, 可溶于冷水, 1% 水溶液 pH 值接近中性。

表 2 参数估计值表

系数	系数值	参数估计项	参数估计值	系数的重要性
$b_0$	0.3408	$t_{00}$	722.95	重要
$b_1$	-0.0017	$t_{10}$	3.61	不重要
$b_2$	-0.0032	$t_{20}$	6.78	重要
$b_{12}$	0.0022	$t_{120}$	4.67	重要

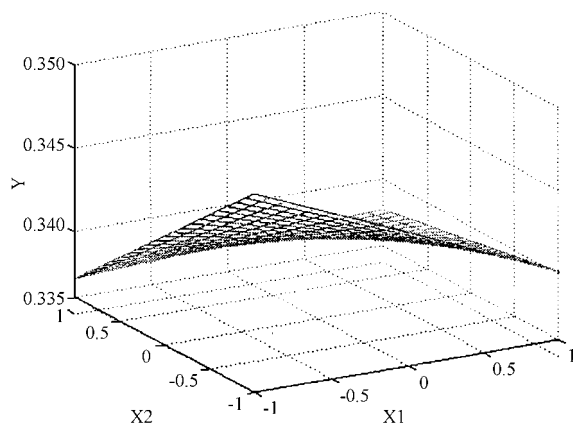


图 2 Gemini-1 和助剂 1 二元体系的响应面曲线

## 2.3 助剂 G 对染色性能的影响

2.3.1 对溶解性能的影响 从表 3 中可以看出, 蓝 83 和蓝 90 粒径较大, 稳定性较差。通过添加助剂 G, 染料基本无沉淀, 无斑圈和不溶物。因此助剂 G 可以不同程度地减小染料粒径, 增加染液的稳定性。

表 3 助剂 G 对酸性染料稳定性及上染率等影响

染料 (0.2 g/L)	助剂 G (g/L)	染液稳定性		移染 (级)	上染率 (%)
		级	时间 (h)		
酸性蓝 83	0	差	4	3~4	91.3
	0.01	优	-	4	99.4
酸性蓝 90	0	差	4	3	75.3
	0.01	优良	48	3~4	86.3
酸性红 BR	0	良	24	3	95.4
	0.01	优良	48	4	99.2
酸性黄 BR	0	优良	48	4	94.5
	0.01	优	-	4	98.7

从染料自身的溶解性能来看, 酸性媒介黑 P2B 最差, 酸性媒介黑 T 次之, 进口的酸性媒介黑 PV-W 最好。从图 3 可以看出, 加入助剂 G 后, 对这 3 类具有代表性的酸性媒介染料的吸光度有不同的影响, 黑 P2B  $30^\circ\text{C}$  的吸光度就相当于未加助剂  $90^\circ\text{C}$  的, 对黑 T 也有不同程度的降低, 因此助剂 G 对黑 T 增溶作用显著, 对黑 P2B 有作用, 对黑 PV-W 有负影响, 即助剂 G 对溶解性能差的染料助溶作用明显。另外对黑 T 和黑 P2B 而言, 虽然随着温度的增加, 助

剂 G 的增溶作用程度下降,但主要增溶温度集中在 20 ~ 50 °C,基本上是在纤维染色的起染温度范围内,因此对实际生产有利。

2.3.2 助剂 G 对染色性能的影响 从表 3 中可以看出,加入助剂 G 后酸性染料上染百分率有不同程度的提高。另外染料的移染性普遍好于不加助剂的,说明助剂 G 对改善染料的匀染性有利。

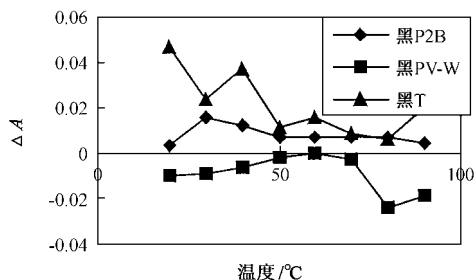


图3 助剂 G 对染料溶解温度的影响  
(染料 0.2 g/L 助剂 G 0.02 g/L)

从表 4 可知,在一定的范围内,随着助剂 G 用量增加,酸性媒介黑 T、酸性媒介黑 P2B 以及它们等量

表 4 助剂 G 对酸性媒介染料深染性和鲜艳度的影响

染料	G (% o.w.f)	$\lambda_{max}$	$K/S$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
媒	0	600	230	0	0	0
介	0.1	600	235	-0.06	0.39	2.28
黑	0.3	600	240	-0.59	-0.43	4.06
2P	0.5	600	250	-0.73	-0.12	1.48
媒	0	580	270	0	0	0
介	0.1	580	305	-1.15	0.04	6.41
黑	0.2	590	325	-1.79	0.02	3.44
黑	0.3	590	310	-1.19	-0.07	2.06
T	0.5	600	310	-1.47	-0.11	5.97
	0.7	600	310	-1.47	-0.11	2.98
PVW	0	600	250	0	0	0
	0.1	580	250	0.26	-0.16	1.83
媒	0	580	275	0	0	0
介	0.1	580	280	-0.29	0.06	0.06
介	0.2	600	310	-1.23	-0.16	-0.16
黑	0.3	600	300	-1.15	-0.42	-0.42
(混)	0.5	600	300	-0.84	-0.24	-0.24
	0.7	600	300	-0.71	-0.19	-0.19

混合染料的  $K/S$  增加,  $\Delta L$  减少,  $\Delta C$  增加,但对酸性媒介黑 PV-W 的作用相反,说明助剂 G 对国产酸性媒介黑 T、酸性媒介黑 P2B 染料有增深、增艳作用。当助剂用量超过一定量后,不但助剂的增深作用不明显,而且染品的彩度下降,还可能使染品的色相发生变相限情况,因此助剂 G 的用量对染料的深染性和鲜艳度影响较大。从助剂 G 的复配组分可知,在染色过程中,助剂 G 能对染料产生解聚分散、增溶、胶体保护等作用,对羊毛纤维产生溶胀、促染作用。通过改善染料和杂质的溶解性、分散稳定性,来提高染料的色泽鲜艳度和深染性。

### 3 结 论

1. 合成 Gemini-1 及选用助剂对染料的吸光波长和吸光度有一定的影响,其中 Gemini-1 对染料的吸收光谱影响最大,其次为助剂 1。

2. Gemini-1 与所选助剂存在着不同的协同作用,优选复配助剂 G 的效果普遍好于单独使用的 Gemini-1 及其它助剂。

3. 在一定的浓度范围内,优选复配助剂 G 能不同程度地改善国产酸性染料的溶解性、染液稳定性、移染性及上染率,对性能较好的染料作用不显著。

4. 中试结果表明,优选复配助剂 G 能够不同程度地改善酸性媒介染料的染深性和色泽鲜艳度,提高染品的品质。

### 参 考 文 献

- Kim I.S. . Low Temperature Disperse Dyeing of Polyester and Nylon 6 Fibers in the Presence of Didodecyl dimethyl- ammonium Bromide . Textile Research Journal ,1997(10) :761 ~ 771 .
- 贾丽霞等 . 羊毛/ Lycra 混纺织物分散染料一浴法染色研究 . 印染 ,1999(6) :5 ~ 8 .
- [苏] Л. И. 别林基 主编 . 染整工艺计算 . 北京 : 纺织工业出版社 , 1989 :45 ~ 48 .
- 赵 静 . 数学建模与数学实验 . 北京 : 高等教育出版社 ,2000 :199 ~ 224 .

## 声 明

经科技部批准,《纺织学报》的登记地已从上海迁至北京,从即日起凡给《纺织学报》的投稿一律寄往北京编辑部,订阅事宜请继续与中国纺织工程学会秘书处联系。特此敬告广大作者、读者。原投给上海编辑部的稿件仍由编辑部负责处理。由此给广大新老作者、读者带来的不便,深表歉意!

通讯地址:北京市朝阳区延静里中街3号主楼六层  
电话:010-65017774/5/6 转 8005,8003

邮政编码:100025  
传真:65016538/39

E-mail: fzx@chinajournal.net.cn

《纺织学报》编辑部