

# MQ 树脂在个人护理品中的应用

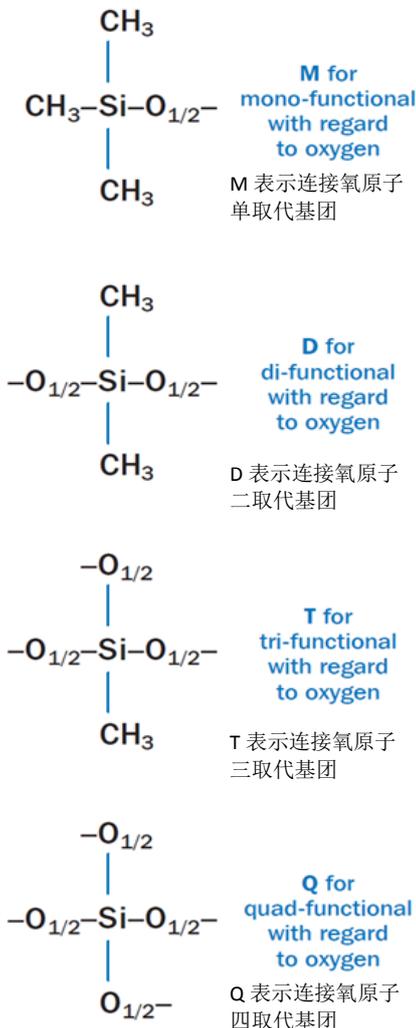
这篇文章介绍硅氧烷聚合物 MQ 树脂硅系列产品在个人护理品配方中的应用。

## 硅氧烷聚合物

当提到硅氧烷聚合物时，首先要知道“结构单元”这个概念。这些结构单元就是构建硅氧烷聚合物的单体。结构类型的选择和结构单元在特定聚合物中的数量将决定聚合物的结构。聚合物结构单元的排列决定了聚合物的功能特性以及在配方中的表现作用。

图 1 中是构成硅氧烷均聚物的 4 种基本结构单元的简写符号。根据这个简写系统，有机硅化学家可以

图 1: 有机硅结构简写符号



对硅氧烷聚合物做出简单描述。这在液体有机硅中表现出最好的应用实例。

## 有机硅油(Silicone Fluides)

最简单的有机硅油是我们称之为 MM 或者 0.65cst 硅油。图 2 是它的结构图。

所有其他有机硅油都是复合物，其结构为  $MD_nM$ ，结构见图 3。习惯上称这些物质为聚二甲基硅氧烷、有机硅流体、有机硅油，它们的结构速记是非常具体的，如图 4 所示。

表 1 中列出了常用在个人护理品配方中聚二甲基硅氧烷的 n 的近似值。显然，与称之为聚二甲基硅氧烷相比， $MD_{127}M$  这个命名更能准确定义一个粘度为 200cst 的聚二甲基硅氧烷，因为它有明确指定了它的结构，也说明了它不是一个混合物。而在采用聚二甲基硅氧烷这个名字的描述中是看不到这些特性的。

图 2: 0.65cst 液态有机硅化学结构

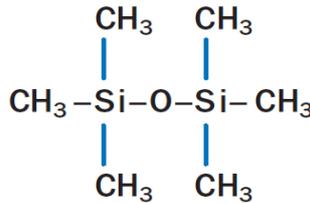


图 3:  $MD_nM$  聚二甲基硅氧烷

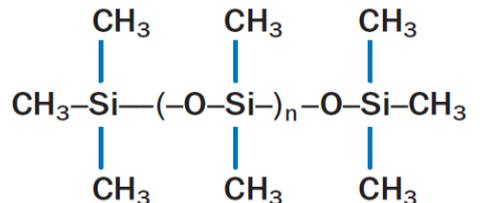


Table 1: Silicone fluids.

Viscosity at 25 °C (centistokes)	Approximate molecular weight	Approximate 'n' value	Average construction
5	800	9	$MD_9M$
50	3780	53	$MD_{53}M$
100	6000	85	$MD_{85}M$
200	9430	127	$MD_{127}M$
350	13,650	185	$MD_{185}M$
500	17,350	230	$MD_{230}M$
1000	28,000	375	$MD_{375}M$
10,000	67,700	910	$MD_{910}M$
60,000	116,500	1570	$MD_{1570}M$

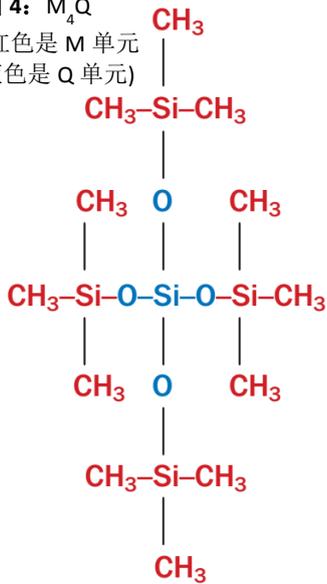
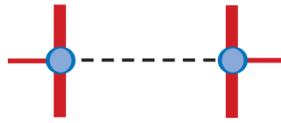
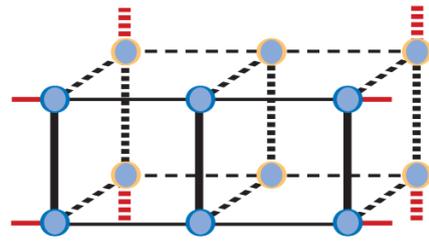
图 4:  $M_4Q$ (红色是 M 单元  
蓝色是 Q 单元) $M_6Q_2$   
 $M/Q=3$  $M_8Q_{12}$   
 $M/Q=0.7$ 

图 5 : 两种 MQ 树脂结构 (红色是 M 单元, 蓝色是 Q 单元)

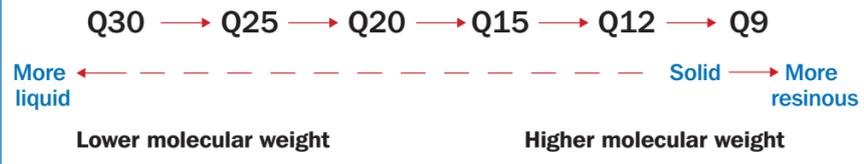


图 6 : MQ 树脂特性评估

使用。

很明显, 这类化合物有很多种结构, 这取决于 M 和 Q 的比例。

MQ 树脂可以明显改变化妆品配方的物理性质和它的肤感。在表 2 中这里有一个系列六个 MQ 树脂产品可以设计应用到一系列的个人护理用品中, 它们的应用已经在一些个人护理品配方中得到验证。

当 M:Q 的比率接近 4.0:1.0 时, 形成低粘的液体树脂, 这种树脂有利于改善表面, 赋予更好的铺展性、分散性和调理型。

当 M:Q 的比率接近 1.0 时, 形成可成膜的固体树脂, 这种树脂有利于颜料涂布和抗迁移。

固体 MQ 树脂以 70% 活性成分含量溶于异十二烷中。图 6 中是这一系列 MQ 树脂产品的性能特点。

## 多彩唇膏

表 3 中的 5 个唇膏配方为 5 个相同的基础配方, 对照配方 FL503 不含 MQ 树脂, FL503C 含 3.0%Silwax J219M, FL503.1 含 3.0%Silmer Q20, FL503.2 含 3.0% Silmer Q30, FL503.3 含 3.0% Silmer Q25。

Silmer Q20/Q25/Q30 不仅可以增加产品稳定性和颜料分散性, 还可以提高表面色彩亮度。

## MQ 树脂在遮瑕粉底中的应用对比

8 个相同的粉底配方, 使用不同含量的 MQ 树脂(对照配方不含 MQ 树脂): FM610D-2 含 2.0%Silwax Di-1021M, FM610.1 含 8.5%Q20, FM610.2 含 8.5%Q15, FM610.3 含 8.5%Q12, FM610.4 含 8.5%Q9, FM610.5 含 8.5%Q30, FM610.6 含 8.5%Q25。

添加 Q20 的配方 FM610.1 室温与 45°C 测试 7 周均表现出良好稳定性, 与对照配方比较它可以提高产品稳定性。

## 眼影

表 5 中相同的眼影配方, 使用不同含量的 MQ 树脂 (FM616 不添加 MQ 树脂并含有 31%DC9040, 其它配方含 21%DC9040): FM616A 含 10%Q20, FM616B 含 10%Q15,

Table 2: Products evaluated.

Product	M:Q ratio	Activity (%)	Solvent
Silmer Q9	0.9:1	70	isododecane
Silmer Q12	1.2:1	70	isododecane
Silmer Q15	1.5:1	100	None
Silmer Q20	2:1	100	None
Silmer Q25	2.5:1	100	None
Silmer Q30	3:1	100	None

Table 3: Specifications for FL503 series.

Specifications	FL503	FL503C	FL503.1	FL503.2	FL503.3
S.G.	1.010	1.018	1.013	1.018	1.011
Appearance	Poppy love Smooth bullet-like				
Melt Point	50-62	50-62	49-61	49-61	49-61
Hardness	56	54	53	53	53
Stability @45°C	Good	Good	Good	Good	Good
Feel (1-10, 10 the best)	9.1	9.2	9.3	9.3	9.3
Compatibility	Good	Good	Good	Good	Good

Table 4: Specifications for liquid foundation.

Specifications	FM610	FM610D w/Di1021M	FM610.1 w/Q20	FM610.2 w/ Q15	FM610.3 w/Q12	FM610.4 w/Q9	FM610.5 w/Q30	FM610.6 w/Q25
Viscosity (cps)	3000	2800	2600	2500	2500	2600	2100	2100
pH	6.02	6.01	6.08	6.00	6.01	6.04	6.08	6.10
Appearance	Honey liquid foundation							
Stability @ RT/45°C	Not good	Good	Good	Not good	Not good	Not good	Not good	Not good
Feel (1-10, 10 the best)	8.5	8.6	8.6	8.6	8.5	8.5	8.7	8.7
Compatibility	Good							

Table 5: Specifications for eye shadow.

Specifications	FM616 Control w/DC9040	FM616A w/Q20	FM616B w/Q15	FM616C w/Q12	FM616D w/Q9	FM616E w/Q30	FM616F w/Q25
S.G.	0.961	0.964	0.968	0.974	0.965	0.961	0.960
pH	6.26	6.33	6.25	6.23	6.19	6.28	6.30
Appearance	Bronze paste	Bronze paste	Bronze paste	Bronze paste	Bronze paste	Bronze paste	Bronze paste
Stability @RT	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Feel (1-10, 10 the best)	8.5	8.6	8.5	8.5	8.5	8.6	8.7
Compatibility	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

FM616C 含 10%Q12, FM616D 含 10%Q9, FM616E 含 10%Q30, FM616F 含 10%Q5。

随着 MQ 树脂分子中 M 与 Q 的比率增加, 眼影的质地或肤感也发生改变, 在皮肤上干后的肤感, 从更硬固体粉质感转变到液体粉质感再转变到固体粉质感。

## 防水睫毛膏

表 6 中相同的防水睫毛膏配方, 在 B 组中对照配方、FM617C、FM617D 不含 MQ 树脂, FM617A 含 5%Q20, FM617B 含 5%Q15, FM617E

含 5%Q30, FM617F 含 5%Q25。

在 C 组中, 对照配方含 5% Cosmethicone SF-600, FM617C 含 5%Q12, FM617D 含 5%Q9。

大分子量的 MQ 树脂 (Silmer Q12, Q9) 溶于异十二烷中时, 它们不能加热到 75-80°C 的高温, 只能在 40°C 左右一点点分次加入溶解。

低分子量纯液体的 MQ 树脂 (比如 SilmerQ30、Q25、Q20、Q15) 可以直接加入料体中, 因为它们是高沸点的流动性纯树脂。

使用 Q 化合物的好处是: 防水, 帮助分散色粉, 成膜。

## 防晒乳

表 7 中相同的防晒乳配方, B 组中对照配方、FS408-3 和 FS408-4 不含 MQ 树脂, FS408-1 含 8%Q20, FS408-2 含 8%Q15, FS408-5 含 8%Q30, FS408-6 含 8%Q25。

C 组中对照配方含 8%Jeesilc IDD, FS408-3 含 8%Q12, FS408-4 含 8%Q9。

含 Q25 的防晒乳肤感最好, 并且可以增加有机防晒剂和溶剂的相容性, 增加产品稳定性和抗水性。

Table 6: Specifications of mascara.

Specifications	FM617 Control Cosmethicone SF-600	FM617F M617Aw/Q20	FM617B w/Q15	FM617C w/Q12	FM617D w/Q9	FM617E w/Q30	FM617F w/Q25
S.G.	0.985	0.986	0.987	0.988	0.989	0.987	0.986
pH	7.00	7.02	7.00	7.00	7.01	6.98	7.00
Appearance	Black brown Cream	Black brown Cream	Black brown Cream	Black brown Cream	Black brown Cream	Black brown Cream	Black brown Cream
Stability @RT	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Feel (1-10, 10 the best)	8.5	8.5	8.5	8.6	8.5	8.6	8.7
Compatibility	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

Table 7: Specifications of sunscreen lotion.

Specifications	FS408 Control IDD	FS408-1 Q20	FS408-2 Q15	FS408-3 Q12	FS408-4 Q9	FS408-5 Q30	FS408-6 Q25
Viscosity (cps)	2500	2600	2400	2500	2500	2500	2500
pH	7.02	7.12	7.10	7.03	7.02	7.01	7.01
Feel 1-10, 10 the best)	8.5	8.7	8.2	8.5	8.5	8.7	8.8
Stability @43°C	Stable for 1 week	Stable for 2 weeks	Stable for 1 day	Stable for 2 weeks			
Compatibility	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

## 二合一香波

表 8 中相同配方的二合一香波，空白不含 MQ 树脂，FH190 对照含 0.3%Siltech F60, 000，FH190A 含 0.3%Q20，FH190B 含 0.3%Q15，FH190C 含 0.3%Q30，FH190D 含 0.3%Q25。

## 起泡性测试

### 测试方法

所有产品用相同的方法测试。用一个 10ml 刻度的 1000ml 量筒。所有样品和蒸馏水在 25°C 下配制。在 250ml 烧杯中，用 100ml 蒸馏水稀释 1g 样品，样品完全溶解后，将溶液倒入量筒中。量筒底部有一个外置气泵来产生气泡。每个样品记录 20 秒时的泡沫高度，每个样品进行 3 次测试，并记录它们的平均值。

泡沫的高度为 1000ml 表示非常好，100ml 表示非常差。泡沫的形态也要记录下是紧密或者疏松，气泡由电子气泵产生。

### 测试结果

所有泡沫都是致密均匀的；与空白试验和对照试验比较所有 MQ 树脂都不会对香波的泡沫表现产生影响。

Table 8: Specifications of shampoo.

Specs formula	pH	Viscosity (cps) (Brookfield LVT #4, 30 rpm)	Appearance	Stability @42°C
FH190 Blank	5.45	7000	White cream	Stable for 4 weeks
FH190 Control w/ Siltech F60,000	5.50	7100	White cream	Stable for 4 weeks
FH190A w/Q20	5.51	7000	White cream	Stable for 4 weeks
FH190B w/Q15	5.52	7100	White cream	Stable for 4 weeks
FH190C w/Q30	5.45	7000	White cream	Stable for 4 weeks
FH190D w/Q25	5.46	7000	White cream	Stable for 4 weeks

Table 9: Foam performance evaluation.

Sample (Bubble for 20 sec)	Initial reading (average, mL)	2 minute reading (average, mL)	5 minute reading (average, mL)
FH190 Blank	705	695	683
FH190 Control w/Siltech F60, 000	690	680	660
FH190A w/Q20	700	690	680
FH190A w/Q15	700	690	680
FH190A w/Q30	700	690	680
FH190A w/Q25	700	690	680

## 头发测试香波性能

所有样品使用 10 英寸棕色头发进行评估。每次测试均使用两束相同批次质量为 2g 的发束。所有发束都用 25°C 的水润湿，对每束发束使用 1g 样品。发束洗过后进行冲洗，并保持至少一分钟。然后进行湿梳性评估。所有发束都是自然晾干，完全干后进行干梳性评估。

湿梳和干梳的评估，评分范围

是 1-10,10 表示最好。

### 测试结果

含 0.3% Q25 香波在湿梳和干梳测试中评分最高。含 Q20 香波对油性发质的控油调理型最好。

## 累积性实验

仅对含 Q25 的香波用在欧洲人棕色头发上进行累积性实验。

含 Q25 二合一香波 FH190D 用

Table 10: Wet comb evaluation.

Sample	Wet comb	Rinse off	Clean feel	Shine	Residual feel	Average
FH190 Blank	8.2	8.4	8.4	8.2	8.3	8.3
FH190 Control w/Siltech F60, 000	8.7	8.7	8.8	8.6	8.7	8.7
FH190A w/Q20	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
FH190A w/Q15	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
FH190A w/Q30	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
FH190A w/Q25	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3

图 7:二合一香波测试结果对比图

- a) 未清洗欧洲棕色头发
- b) 含 Q25 香波清洗 1 次
- c) 含 Q25 香波清洗 2 次
- d) 含 Q25 香波清洗 3 次
- e) 含 Q25 香波清洗 4 次
- f) 含 Q25 香波清洗 5 次
- g) 含 Q25 香波清洗 6 次
- h) 含 Q25 香波清洗 7 次
- i) 含 Q25 香波清洗 8 次
- j) 含 Q25 香波清洗 9 次
- k) 含 Q25 香波清洗 10 次

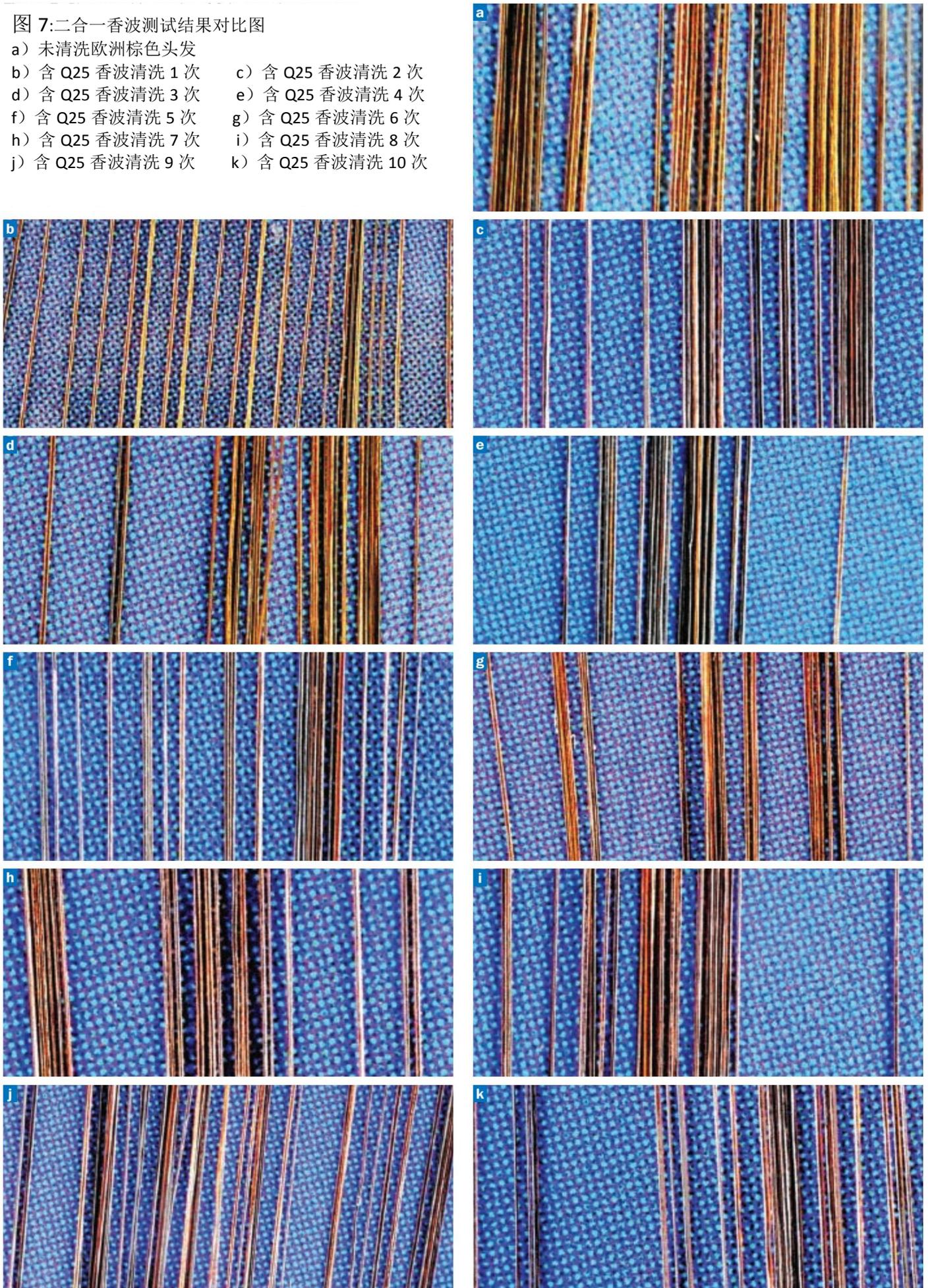


Table 11: Dry comb evaluation.

Sample	Dry Comb	Dry Feel	Clean Feel/Look	Shine	Fullness/Manageable	Flyaway/Static	Water response	Softness	Average
FH190 Blank	8.5	8.5	8.6	8.5	8.5	8.4	8.5	8.5	8.5
FH190 Control	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.5	8.9	8.8	8.8
FH190A w/Q20	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
FH190A w/Q15	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
FH190A w/Q30	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
FH190A w/Q25	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3

Table 12: Specifications of AP stick.

Stick	Appearance	Compatibility*	Stability (at 42°C)	Slip*	Hardness**
FA802	Off-white	8.5	At least 7 days	8.8	66
FA802A w/Silmer Q20	Off-white	9.0	At least 6 weeks	9.2	63
FA802B w/Silmer Q15	Off-white	8.2	Not stable	9.0	64
FA802C w/Q30 adjusted	Off-white	9.0	At least 4 weeks	9.3	62
FA802D w/Q25 adjusted	Off-white	9.0	At least 4 weeks	9.3	62

\*Scale used is 1 to 10, 10 being the best. Applied for Compatibility and Slip.  
 \*\*Hardness was test by using PTC Instruments Model 411 Type 00. Method: ASTM D2240.  
 Data were obtained by average of three times tests for different spots in each sample.

两束 10 英寸棕色重量为 2g 发束进行评估。每束发束用 25°C 清水润湿，并用 1g 含 Q25 香波 FH190D 进行清洗。发束清洗后冲洗至少 1 分钟。

所有发束用纸巾擦干，然后自然晾干，当头发完全干燥后开始进行累积性评估。重复以上步骤 10 次。持续记录每次测试后的累积性情况。

累积性实验在显微镜下观察，并按照以下方法进行：用博士伦光学测量显微镜（10X）和尼康 L20 数码相机（2x）结合来拍摄发束上头发毛鳞片的照片。图片用 Adobe

Photoshop 7.0 进行 10 倍放大处理，结果如图 7 所示。

如图中所示，可以看到经过含 0.3%Q25 二合一香波清洗过的新发束，所有头发毛鳞片都有一致的光泽表面，这意味着与没有处理的新发束相比，所有头发毛鳞片覆盖了一层薄而均匀的膜涂层。

头发用含树脂香波一遍接一遍进行清洗，直至发束被洗 10 次，调理剂在头发上依然没有累积性。每次用含 Q25 二合一香波对头发清洗后，头发表面的薄而均匀的调理剂

几乎是完全一样的。

### 止汗棒

所有止汗棒的配方是一样的，除了对比试验不含 MQ 树脂，FA802A 含 2%Q20，FA802B 含 2%Q15，FA802C 含 2%Q30，FA802D 含 2%Q25。含 2%Q20 的 A802A 在止汗棒中效果最好。

### 总结

表 13 提供了 MQ 树脂在各种应用中的推荐建议。表中可以看出 Q25 适用于所有列出的应用中，Q30 适用于除了二合一香波和护发外的所有其它应用。

可以看出 MQ 树脂对配方设计师来说是一个应用广泛的添加物，并且可以应用在更广泛的产品选择上。

### 参考文献

1. O'Lenick T. Understanding Silicone. *Cosmetics and Toiletries* 2006; 121 (5).
2. Huang W, Huang Y, Yu Y. The effect of the acidcatalyst on preparation of MQ silicone resins. *Chinese Journal of Polymer Science* 1999;17 (5): 429-33.

Table 13: Applications of MQ resins.

Application	Q30	Q25	Q20	Q15	Q12	Q9
Face cream	Applicable	Applicable	Applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Lip stick	Applicable	Applicable	Applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Body moisturising stick	Applicable	Applicable	Applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
AP Stick	Applicable	Applicable	Applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Foundation	Applicable	Applicable	Applicable	Not applicable	Applicable	Applicable
Lip gloss	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable
Sun screen	Applicable	Applicable	Not applicable	Applicable	Applicable	Applicable
Mascara	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable
Eye stay	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable
Eye shadow	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable
2-in-1 shampoo	Not applicable	Applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Hair conditioner	Not applicable	Applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable