



摘要：配制个人护理品的能力需要一个配方师不仅仅了解配方中所需要用到各种成分的功能以及为了达到作用的所需使用浓度，配方师还必需了解原料之间的互相反应。这种互相反应可能会形成增稠效果、泡沫加强、外观改善和其他期待的方面。然而，这种相互反应也可能导致粘度降低、分层、泡沫减少，甚至防腐作用失效等等。

利用相互作用的能力不仅仅对配方师有益，对原材料供应商也同样有好处。本论文回顾硅氧烷阴离子与硅氧烷阳离子复合物的形成以及它们在配方中的功能性。

关键词：硅氧烷复合物，团聚物，软复合物，硬复合物，聚硅氧烷季铵盐-20，配方相互作用，阴离子/阳离子相互作用，香波，沐浴露，泡沫，美学外观。

在上一篇关于阴离子表面活性剂与阳离子表面活性剂之间的相互作用的论文中提到：“配方中的成分相互间的作用几乎总是定义该配方特性的最重要的因素(1)”。阴离子表面活性剂与阳离子表面活性剂之间的相互作用很显然是用于改善配方功能的相互作用之一。然而，利用阴离子表面活性剂与阳离子表面活性剂之间相互作用的能力已经延伸到阴离子与阳离子聚合物，它的影响范围从配方师到原材料供应商。本论文将提及及其发展。

配方师提示

配方师应该以一定程度的怀疑态度来看待旧的假设，要清楚假设有时候（但是很少）是普遍正确的，通常包含一些正确元素，也很少只是错误的。

硬复合物与软复合物

表面活性剂分子与它周围的溶剂分子相互作用。一种表面活性剂为了能够溶于水中，表面活性剂分子需要利用氢键与水分子键合。离子型表面活性剂具有电荷，正电荷或负电荷（如表1）。

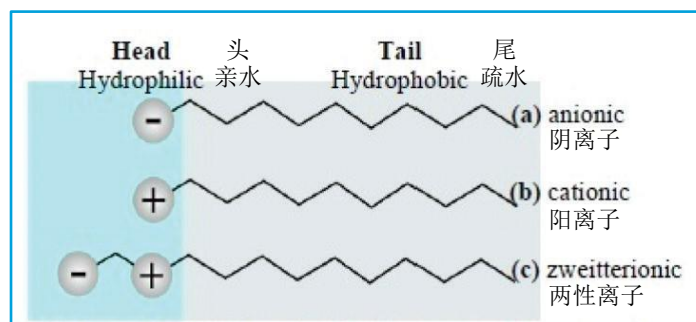


表 1：根据表面活性剂的头的组成来分类：a) 阴离子表面活性剂（负电荷）；b) 阳离子表面活性剂（正电荷）；c) 两性表面活性剂（两种相反电荷基团）。

电荷能够增加与水之间的氢键形成的能力，然而，将离子型表面活性剂混合，需要考虑体系中的互相反应是非常重要的，

除了表面活性剂与水之间的反应，还有表面活性剂与表面活性剂之间的反应。当将阴离子表面活性剂与阳离子表面活性剂相混合时，表面活性剂上的阴离子与阳离子会彼此发生反应。如果阴离子与阳离子的反应是强的（大于表面活性剂与水的相互作用），该两种表面活性剂分子就会发生反应而不与周围的水分子发生反应。这就形成了电荷从水分子中屏蔽开来，表面活性剂在水中也失去了溶解性。这种情况在硬复合物中可以看到(3)，溶液变混浊正是阴离子表面活性剂与阳离子表面活性剂的相互反应比表面活性剂与水的相互作用（氢键）更强的结果。随着溶解性的下降，颗粒开始对光产生散射引起混浊。混浊情况在激光光线下可清晰看出。如果阴离子表面活性剂与阳离子表面活性剂的相互反应是弱的（比表面活性剂与水的相互作用（氢键）弱），溶液将保持透明，没有表面活性剂沉淀产生。该种类型的复合物称之为软复合物(3)。配方中采用软复合物物质可以让配方师配制独特产品，赋予配方产品多功能特性。

这两种类型复合物的不同之处在于特殊阴离子和阳离子物质复配使用时的“溶解性”。可以这么理解，当配制阴离子与阳离子表面活性剂混合溶液时，混合物的所有离子共存于溶液中，整体影响就是离子的组合作用。每一组都以最低自由能量来安排，如果安排的结果是可溶于水，就会得到不干扰激光光束的透明溶液。

多种阴离子与阳离子物质之间的实际相互反应是相当复杂的（如表3所示）(4)。对配方师来说，好消息是当你在配方中采用软复合物时，只需要混合这些产品，并观察透明度即可，而不需要去理解所有可能发生的相互反应。

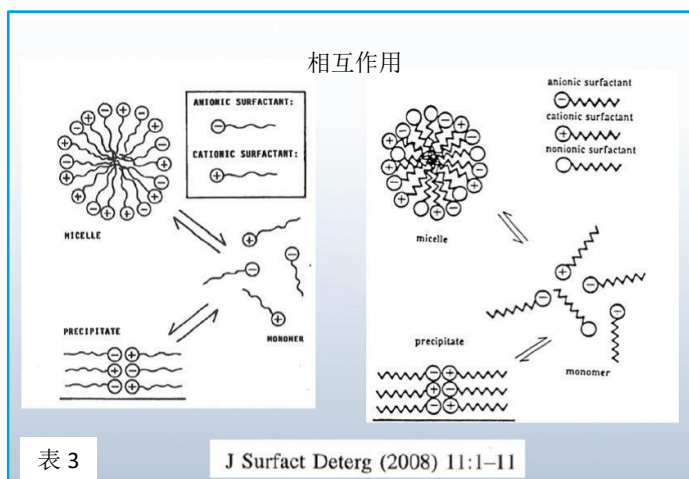


表 3

J Surfact Deterg (2008) 11:1-11

软复合物的市场产品

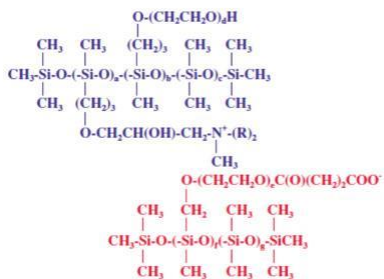
市场上可买到的软复合物产品之一就是聚硅氧烷季铵盐-20，其结构如表 4 所示。该物质利用了硅氧烷阴离子和硅氧烷阳离子，特定选择这两种物质可以得到一个软复合物。

使用该复合物比单独使用阳离子得到更多好处。

Silicone Complexes

INCI: Silicone Quaternium 20

INCI: 聚硅氧烷季铵盐-20



4: 软复合物

阴离子相容性

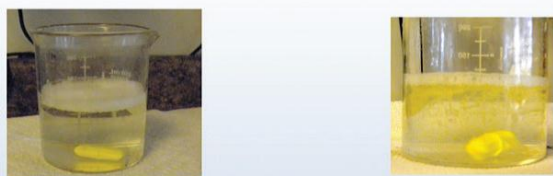
该复合物可以加入到阴离子表面活性剂中(如: SLS 或 SLES) 依然保持清澈透明。

采用下面程序可以简易展示:

- 配制 10%活性含量的 SLS 或 SLES-2 溶液;
- 配制 10%活性含量的被测阳离子(Quat)溶液;
- 将 10% 阳离子(Quat)溶液滴定到 100g 的 10%的阴离子溶液中;
- 滴定终点为溶液变混浊或出现沉淀;

配制个人护理产品时, 将季铵盐复合物加入到阴离子表面活性剂中, 不相容性是它们最主要的问题。正如在之前的论文中所描述, 通过采用与阴离子表面活性剂具有更好兼容性的阳离子来配制产品可以克服这种局限性(1)。此外, 在将阳离子加入之前使它与另外一个离子复合是允许阴离子表面活性剂与阳离子表面活性剂复配使用的另一种成功的策略。一个特别有用的方法是, 将硅氧烷阴离子与硅氧烷阳离子预先组合, 然后再将该复合物加入到表面活性剂体系中。在这样的使用案例中, 聚硅氧烷季铵盐 20 就是这样一种复合物。

10%月桂醇硫酸酯钠(SLS)



SLS / Silicone complex 50/50

SLS / Silicone Quat 90/ 10

表 5: 图中可看到, 硅氧烷季铵盐不溶于月桂醇硫酸酯钠中, 而复合物是可溶的。

备注: 聚硅氧烷复合物与 SLS 混合溶液是透明的, 而不相容的 SLS/Quat 阳离子溶液会分为两层。

10%月桂醇聚醚硫酸酯钠(SLES)



SLES / Silicone complex 50/50

SLES / Silicone Quat 90/ 10

表 6: 图中可看到, 硅氧烷季铵盐不溶于月桂醇聚醚硫酸酯钠中, 而复合物是可溶的。

备注: 聚硅氧烷复合物与 SLES 混合溶液是透明的, 而不相容的 SLES/Quat 阳离子溶液会分为两层。

团聚香波

表 7 为团聚(5)香波参考配方, 用于展现使用聚硅氧烷季铵盐-20 带来的效果。

配方师提示

若配方师对团聚技术感兴趣, 推荐参阅 Robert Lochhead et al 所撰写的优秀论文《调理性香波的沉积作用: 优化团聚配方》(7)。

2 合 1 团聚香波 (2 in 1 Shampoo Coacervate)

组分	%Wt
A	
水	22.00
丙烯酸(酯)类共聚物	2.50
三乙醇胺	0.20
EDTA 二钠	0.10
月桂醇聚醚硫酸酯钠盐	27.50
椰油酰胺甜菜碱	6.00
B	
水	18.00
月桂醇聚醚硫酸酯钠盐	5.50
椰油酰胺甜菜碱	4.00
椰油酰胺 DEA	1.20
乙二醇二硬脂酸酯	3.00
C	
聚硅氧烷季铵盐-20	1.00
辛基十二烷醇柠檬酸酯交联聚合物	1.00
小麦蛋白	0.50
大麻(Cannabis Sativa)籽油	1.00
DMDM 乙内酰胺	0.50
D	
癸基葡萄糖苷	3.00
椰油酰两性基乙酸钠	3.00
柠檬酸	适量
氯化钠	适量
香精	适量
总量	100.00

配方工艺:

- 1) 先将 B 相的水加入生产容器中, 搅拌下加入 B 相的 SLES 和甜菜碱, 并加热到 70-75°C, 缓慢加入 CMEA 和 EGDS。缓慢混合, 尽可能减少混入空气。当搅拌混合均匀之后, 冷却至室温;
- 2) 在另一个容器中, 依次加入 A 相的各成分, 混合均匀, 尽量减少混入空气;
- 3) 将 B 相缓慢加入 A 相, 混合均匀;
- 4) 预先将聚硅氧烷季铵盐-20 与辛基十二烷醇柠檬酸酯交联聚合物混合, 然后加入 A 相和 B 相的混合体中;
- 5) 搅拌下加入 C 相成分;
- 6) 加入 D 相成分, 将 pH 调节到 5.5-6.5, 粘度调节到 6000-12000cps, 加入香精。

湿梳理性

所有产品都是在 10 英寸棕色头发上进行测试。每个受测物料采用两个 2 克的发束样品进行测试, 所有样品都取自同一批次。发束用 25°C 水进行润湿, 在发束上使用受测物料, 然后冲洗最少 1 分钟。然后进行湿发梳理性评估。不要吹干发束, 让其自然晾干, 然后进行干发梳理性评估。

评分: 1-5, 1 代表最差, 5 代表最好。测试结果在表 8 中列出。

同时进行评估的还有一款知名的儿童香波。

	湿梳	冲洗	干净感	亮泽	残留感
纯水	1.0	3.0	2.0	2.0	2.0
儿童香波	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0
FGH183D	4.5	4.5	4.5	3.0	3.0

表 8: 湿梳理性分析

表 9 列出的是干发梳理性的分析结果。

	干梳	干后感	干净感	亮泽	打理	飞扬	残留感	静电
纯水	3.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
儿童香波	3.0	3.5	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0
FGH183D	4.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

表 9: 干梳理性分析

配方师提示

持续尝试新方法组合旧原料来解决配方问题并获取新的配方美学特性。这些做法包括: 调整成分使用比例、添加次序、不同组合等等。记住, 配方中的相互作用是复杂的, 没必要很好去理解它。

结论

- 1) 聚硅氧烷季铵盐-20 是应用于香波产品的出色添加剂。在儿童香波中, 添加用量为 0.5-0.75%, 可以表现出非凡的调理效果, 不会带来刺痛感, 可宣称无眼睛刺激现象。简而言之, 可以配制适合家庭各成员使用的产品;
- 2) 聚硅氧烷季铵盐-20 特别适合厚重发质, 尤其是亚洲人、非裔美国人、拉丁人等的发质。它赋予柔软性、易梳理性和更好光泽;
- 3) 与许多脂肪酸季铵盐阳离子不同, 聚硅氧烷季铵盐-20 对眼睛没有刺激性;
- 4) 聚硅氧烷季铵盐可以用于身体清洁产品中, 赋予皮肤更舒适的用后感;
- 5) 最后, 聚硅氧烷季铵盐-20 可以用于制作凝聚输送体系;

参考文献与注释

1. O'Lenick, Tony, H&PC Today - Household and Personal Care Today, vol. 11(4) July/August 2016 p.10-12
2. <https://fouling-on-solar-panels.wikispaces.com/Solutions+Surfactants>
3. O'Lenick, Tony HPC Today - Household and Personal Care Today, vol. 11(3) May/June 2016 p 37-40
4. O'Lenick, Tony Cosmetics and Toiletries, Vol. 120 No. 11 November 2005 p. 63-64.
5. The term "coacervate" refers to spherical aggregates of colloidal droplets held together by hydrophobic forces. Coacervate droplets can measure from 1 to 100 micrometres across, while their soluble precursors, are typically on the order of less than 200 nm (6).
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/Coacervate>
7. Lochhead, Robert, Huisings Lisa and Waller Tara. Cosmetics and Toiletries Vol. 121, No. 3/March 2006.

关于作者

TONY O'LENICK

Siltech L.L.C., Lawrenceville, USA

