

新型多功能植物基非离子表面活性剂的性能研究

陆业昌, 张世霞, 刘裕源

(合创(广州)科技研究有限公司, 广东广州, 510805)

DOI:10.61369/CDCST.2025030004

摘 要: 新型表面活性剂 SE70L 是以植物来源的脂肪醇为起点, 经过一系列的反应制得的非离子表面活性剂产品。文章研究了这款产品的一系列洗涤用途相关的性能, 并与传统非离子表面活性剂脂肪醇聚氧乙烯醚(AEO-9)进行对比。结果显示, 与 AEO9 相比, SE70L 具有低泡, 高效皮脂去污力, 防串染色, 提高杀菌能力, 硬表面抗污等多种功效。

关键词: 非离子表面活性剂; 低泡; 皮脂去污力; 辅助杀菌; 硬表面抗污

作者简介: 陆业昌, 博士, 现就职于合创(广州)科技研究有限公司, 研发工程师, 主要从事家居清洁产品的原料开发与应用。E-mail: luyechang@heckj.com.cn。



陆业昌

在家用清洁剂中表面活性剂的使用极大地左右着清洁剂的功效性能, 随着人们对表面活性剂的开发和利用日渐深入, 许多不同结构的新型表面活性剂可以被应用到家用清洁剂中。与传统表面活性剂相比, 以可再生资源作为原料进行合成改性所得到的产品更受到市场青睐, 并且新型表面活性剂兼具更多的功能性, 满足新的市场需求。如与过去相比, 具有低泡沫量高效清洁能力的植物基表面活性剂显然更受欢迎。这是由于在目前的时代背景下, 消费者对于环保的意识非常敏感, 从原材料的环保性到使用过程中的节水省电, 都能让消费者感受到自己的行动在使得自身所处的世界更加绿色清洁。

SE70L 是一款以植物来源的脂肪醇为起点, 经过一系列的反应制得的具有特定 EO 和 PO 排布的非离子表面活性剂产品。SE70L 原料中的表面活性剂含量为 70%, 另含有 30% 的水分。本文针对 SE70L 的泡沫、皮脂去污力等性能, 与家清配方中常用的非离子表面活性剂脂肪醇聚氧乙烯醚 AEO-9 比较, 考察 SE70L 在多种家居清洁产品中的应用潜力。

1. 实验原料及仪器

1.1 配制洗涤剂样品的原料

均为市售工业用途规格, SE70L 由合创(广州)科技研究有限公司提供。

1.2 仪器

执行国标或行标测试所使用的各种试剂和仪器按照标准要求采购及准备。

1.3 样品

直接红 224 为工业样品; 市售纯棉白布, 用 32% 液碱稀释 100 倍后浸泡, 加热至 90℃ 煮练 30min 后用水漂洗至

漂洗水为中性, 晾干备用。

1.4 混合油污

猪油(金锣)和辣椒油(李锦记)按 1:1 混合均匀

2. 实验方法

2.1 泡沫测试(罗氏泡沫法)

参考国标 GB/T 13173-2021 中第 11 章洗涤剂发泡力的测定方法, 采用 150mg/kg 的硬水配制 1g/L 的表面活性剂水溶液(按有效物浓度计算), 使用该浓度的表面活性剂水溶液作为泡沫测试的试液。

2.2 去污力测试

按照国标 GB/T 13174-2021 的规定进行。

2.3 防串色功效测试

染料溶液的配制方法: 使用 250mg/kg 硬水配制 6mg/kg 的直接红 224 溶液, 按实验设计分别加入 300mg/kg 的表面活性剂(按有效物计算)。按照国标 GB/T 13174-2021 的规定的去污力测试程序, 使用立式去污机让纯棉白布于 30℃ 下在染料溶液中洗涤 20min, 测试纯棉白布在洗涤前后的白度值, 计算白度差的比值。

2.4 浓缩洗涤剂的配制和黏度测试

按配方表加入相应量的去离子水, 升温到 70℃ 后, 在机械搅拌下依次加入各种成分, 搅拌至所有成分完全溶解, 静置至室温后, 加入少量防腐剂并搅拌均匀。按照国标 GB/T 15357-2014 中的规定, 把样品静置在 25℃ 的恒温水浴中, 使用 NDJ-1 型黏度计对洗涤剂的黏度进行测试。

2.5 洗涤剂杀菌效果检验方法(悬液定量法)

按照行标 QB/T 2738-2023 进行测试, 选择大肠杆菌(8099)作为检验菌种, 洗涤剂作用浓度为 1:100, 作用时

间为20min。

2.6 硬表面抗污测试

市售玻璃片用去离子水冲洗后用乙醇浸泡晾干。把洁净的玻璃片浸入300mg/kg的表面活性剂的稀溶液中，1min后取出悬挂自然晾干。

在处理过的玻璃片表面均匀地施加约0.2g的混合油污（精确称量至0.0001g）。在一个10cm×10cm的水槽中加入100mL的去离子水，把上述沾有油污的玻璃片水平缓慢地没入水中，静置在水槽中1min后水平地缓慢取出，放至50℃烘箱中烘干至恒重，计算浸泡前后油污的质量差，每个样品平行测试6次，计算自动除油率。

3. 结果与讨论

3.1 泡沫测试

低泡型洗涤剂是目前织物洗涤剂配方开发的主流，快速消泡的洗涤剂可以减少在洗涤过程中泡沫的累计，降低泡沫溢出的风险；同时也让漂洗过程变得更加快捷便利，消费者在洗涤过程中减少漂洗次数能够非常直接地体验到节水省时带来的好处。罗氏泡沫法测试显示（图1），SE70L与AEO-9的起始泡沫高度接近，但消泡速度要显著快于AEO-9，起泡5min后，泡沫高度降低至起始的50%左右。

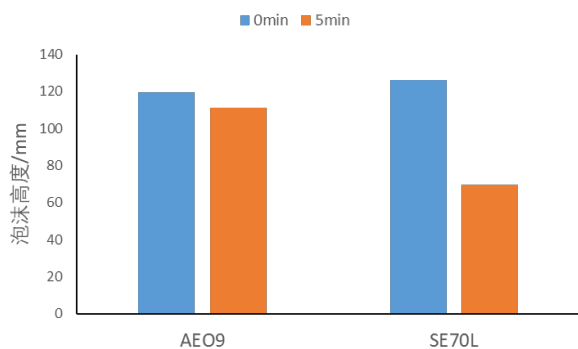


图1 表面活性剂的泡沫高度（1g/L，40℃）

3.2 去污力测试

在GB/T 13174-2021中规定，使用白度保持比值来表示洗涤剂样品与标准洗涤剂的相对白度保持能力（去污力），其图2中显示，在固定洗涤剂中的表面活性剂添加总量为15%的前提下，对JB01污布的去污力（图a），在不同比例的表面活性剂组合下均没有显著的差异；而对JB03污布的去污力（图b），LAS（烷基苯磺酸钠）的单一成分溶液对JB03污布的去污力显著低于标准洗涤剂。当LAS

与AEO-9按一定的比例进行复配后，复配溶液对JB03污布的去污力有所提升，当AEO-9的添加量达到5%时，溶液的去污力刚好与标准洗涤剂相当。相对地，SE70L与LAS在相同的比例下进行复配后，复配溶液对JB03的去污力大幅度提升，在两种比例下的去污力均比标准洗涤剂提升了超过30%。尤其是在13:2的比例下，SE70L在仅仅添加2%有效物的情况下，去污力已经接近峰值。在国标的设计中，JB03污布是用于检验洗涤剂样品对纯棉布片上的人体油渍的去污能力的，这充分说明了SE70L对人体油渍有非常高效的清除能力。

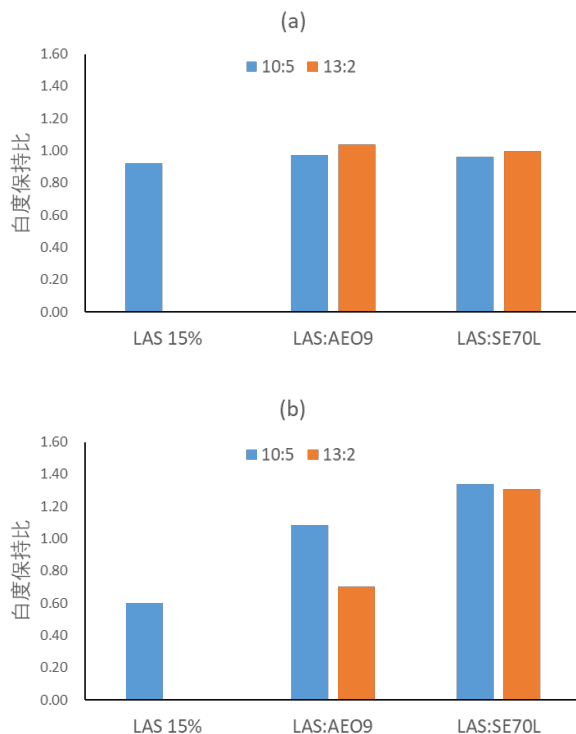
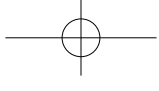


图2 表面活性剂对 (a) JB01、(b) JB03 污布的去污力

3.3 防串色能力

在消费者进行衣物洗涤的情景中，为了避免衣物的颜色互相串染，大部分的市售洗涤剂通常都会建议消费者对深浅色衣物进行分拣后再分批进行洗涤，这显然增加了消费者的家务劳动时间，也延长了消费者对衣物进行洗涤的等待时间（消费者往往需要积攒一定数量的衣物才会进行集中洗涤）。然而衣物上的污渍的老化时间越长，洗涤的难度越大。因此，如果消费者没有分拣衣物的焦虑，可以把任意颜色的衣物混合洗涤，无论从消费者的时间分配还是衣物的清洁效果上都有非常积极的意义。目前市售洗涤剂均十分关注防串色功效的研究，如图3中显示，AEO-9对于直接红的染色速度没有显著的影响，而SE70L明显减慢直接红的染色速度，使得白布的洗后白度差显著降低。



因此添加了 SE70L 的洗涤剂配方有利于降低衣物在洗涤过程中的颜色串染程度。

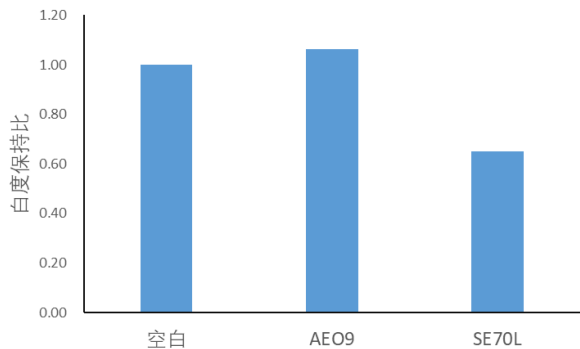


图3 表面活性剂的防串染色能力

3.4 浓缩洗涤剂的配制和黏度测试

洗涤剂浓缩化一直是行业内关注的热点，不管是当下工业界追求绿色环保节能减碳的大背景，还是从洗涤产品的生命周期上讨论，洗涤剂浓缩化都有非常积极的意义^[1-3]。除了商业因素的影响外，洗涤剂浓缩化在技术上也有一定的门槛。例如在表1中，LAS，AES，AEO-9，脂肪酸作为表面活性剂的复配配方在15%表面活性剂含量的普通织物洗涤剂中具有广泛的代表性，但如果我们只是简单地把表面活性剂含量加倍配成30%表面活性剂含量的样品，则会发现配方的黏度 $>1 \times 105 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ （超出了黏度计的最大量程），出现了典型的凝胶化现象，这是因为这几种常用表面活性剂在高浓度下存在凝胶区或者溶解度不足等缺点。通常需要大幅度替换这些常用的表面活性剂，或者加入足够量的溶剂来避免凝胶化。当我们用一定量的 SE70L 替代 AEO-9 后，黏度的凝胶化现象消失，配方黏度回到了洗涤剂通常所需要的黏度范围。因此，在浓缩衣物洗涤剂中添加一定量的 SE70L，无需大幅度更改使用的表面活性剂类型，可以轻松地避免配方出现凝胶化，实现浓缩配方的灵活搭配。

表1 浓缩洗衣液的配制和黏度测试

原料	配方1	配方2	配方3
AES，70%	15	15	15
烷基苯磺酸，96%	8	8	8
AEO-9	8.9	6.8	4.7
脂肪酸	2	2	2
液碱，32%	4.2	4.2	4.2
SE70L	0	3	6
柠檬酸钠	0.2	0.2	0.2
防腐剂	0.08	0.08	0.08
去离子水	61.62	60.72	59.82
黏度，25℃，mPa·s	$>1 \times 10^5$	566	298

3.5 辅助杀菌能力

织物在洗涤过程中进行消毒除菌是近年来洗涤剂新兴研究热点，在传统洗涤剂中如 LAS，AES 等原料往往与常用的季铵盐杀菌剂存在阴阳离子复配的矛盾，影响配方的稳定性和杀菌功效。如表2 中显示，在45%的表面活性剂复配组成的阳非浓缩洗衣液配方中，用一定量的 SE70L 替换 AEO-9 后，除了同样可以改善配方的凝胶情况之外，配方对大肠杆菌的杀菌率随着 SE70L 的添加量增加而增加，这说明 SE70L 对于浓缩配方的杀菌能力有一定的提升潜力。

表2 浓缩洗衣液中的杀菌能力测试

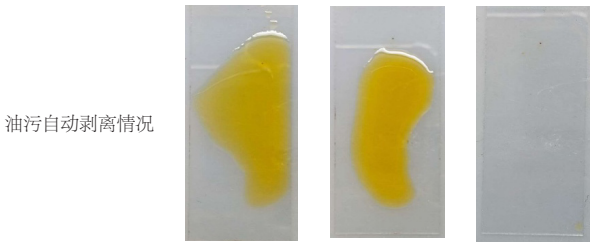
原料	配方4	配方5	配方6
1227，45%	6.67	6.67	6.67
AEO-9	42	37	32
SE70L	0	7.15	14.3
丙二醇	10	10	10
水	41.33	39.18	37.03
大肠杆菌杀菌率/%	46	83	99

3.6 硬表面抗污能力

如表3 所示，用 SE70L 溶液处理过的玻璃片，油污几乎全部自动剥离了玻璃片表面，与空白、AEO9 样品有显著的差异。玻璃片在300mg/kg 的表面活性剂溶液中浸泡后晾干，在玻璃片上只能残留痕量的表面活性剂，极少量的表面活性剂很难对大量的油污有效地起到乳化的作用，而是 SE70L 能够在玻璃亲水表面形成致密的薄膜，有效地隔离了油污与玻璃表面的接触。因此，油污能够在水中仅受浮力的影响下自动剥离玻璃表面。SE70L 这种优秀的成膜性应用在各种家用硬表面清洁剂中有望为配方带来出色的抗污能力，在清洁后为家具表面提供持续保护。

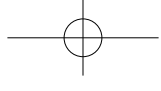
表3 硬表面除油率

	空白	AEO-9	SE70L
除油率/%	7.74	18.66	97.61



4. 结论

综上所述，通过在各种常用家居清洁产品配方中与 AEO-9 作对比，可以看出 SE70L 添加到洗涤产品中具有以



下多种优势：1. 降低配方的泡沫量；2. 提高织物清洁配方的皮脂去污力；3. 提高配方的防串色能力；4. 减轻或消除配方的凝胶现象；5. 提高配方的杀菌能力；6. 在清水表面可以形成致密的薄膜隔离抗污。SE70L的这些特点表明，它适合于添加到多种家居洗涤产品中，尤其是浓缩织物洗涤剂 and 硬表面清洁剂。它替代 AEO-9 对洗涤剂配方的多重功能都有显著提升的潜力。

参考文献

- [1] 边锋, 王丽莉. 中国洗协浓缩标识认证及国际浓缩认证标识情况介绍 [J]. 中国洗涤用品工业, 2021(02): 41-48.
- [2] 蒋赞, 马观凤, 袁欢. 从洗涤剂全生命周期看浓缩洗涤剂产品设计 [J]. 中国洗涤用品工业, 2021(04): 27-37.
- [3] 王艳, 张喜鹏. 浓缩性织物洗涤品发展现状及趋势研究 [J]. 企业科技与发展, 2020(11): 186-190.

Study on the Novel Multifunctional Plant-based Nonionic Surfactant

Lu Ye-chang, Zhang Shi-xia, Liu Yu-yuan

(Hechuang (Guangzhou) Technology Research CO., LTD., Guangzhou, Guangdong, 510805)

Abstract : SE70L is a novel nonionic surfactant synthesized from plant-based fatty alcohols. The performance of this surfactant was evaluated compared with the widely used nonionic surfactant fatty alcohol ethoxylates (AEO-9) in a series of washing course. The results indicated that, compared with AEO9, SE70L in laundry detergent performed low foaming, high sebum detergency, dye-transfer inhibition, sterilization rate improvement, and soil release in hard surface cleaning.

Keywords : nonionic surfactant; low foam; sebum detergency; sterilization rate improvement; soil release

