



悬浮洗手液的悬浮技术研究

陈应辉¹, 孙莲莲¹, 毛良梅¹, 余新林¹, 冯国强¹, 丁正连²

(1. 赞宇科技集团股份有限公司, 浙江杭州, 310030)

(2. 江苏金马油脂科技发展有限公司, 江苏盐城, 224351)

DOI:10.61369/CDCST.2025030005

摘 要: 文章探讨了不同悬浮剂在洗手液中的应用及其对性能和稳定性的影响。通过对比丙烯酸类、纤维素类悬浮剂在特定体系中的黏度变化、泡沫性能和悬浮能力, 发现不同悬浮剂可以和氯化钠起协同增效作用。丙烯酸(酯)共聚物、纤维素类在低温、高温下能有较好的悬浮性。在泡沫稳定性上有较明显的差别, 满足一般的产品不同的使用需求。验证了屈服力测试与稳定性考察结果的关系, 为后续配方设计和改进提供了高效的测试方法。

关 键 词: 洗手液; 增稠; 泡沫; 悬浮

作者简介: 陈应辉, 大学本科, 现就职于赞宇科技集团股份有限公司, 助理工程师, 从事日化洗涤产品配方开发方面的工作。E-mail:1412688969@qq.com。



陈应辉

随着人们生活水平的提高和健康意识的增强, 对洗手液产品的要求也在提升, 不仅希望能够去除上的污垢和油脂, 还能够起到杀菌消毒的作用, 保障人们的健康。同时, 为提高产品的清洁效果和感官体验, 常常添加珠光、磨砂粒子等颗粒成分, 这给产品稳定性带来考验。悬浮剂能够防止颗粒沉降或漂浮, 保持产品的均匀性和稳定性。因此, 研究悬浮剂在洗手液产品中的运用, 对于提高产品的质量和市场竞争力具有重要意义。

本文旨在探讨悬浮剂在洗手液中的运用及其影响。通过对不同种类悬浮剂的性能特点^[1,2]、应用效果以及使用注意事项进行研究和分析, 以展示悬浮剂在提高洗手液性能和稳定性方面的实际效果。

1. 实验部分

1.1 材料和仪器

脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠(AES, 70%)、椰油酰胺丙基甜菜碱(CAB-35, 35%)、椰子油脂肪酸单乙醇酰胺(CMEA, 99%), 赞宇科技集团股份有限公司; 氯化钠, 镇江盐业; 珠光粒子(粒径30~250 μm , 比重2.9~3.2g/ cm^3), CQV; 收集行业内常用的悬浮剂原料, 含丙烯酸(酯)类共聚物、纤维素类等, 见表2。

DFA100动态泡沫分析仪, KRUSS; HAAKE MARS60旋转流变仪, 赛默飞; DV2+Pro旋转黏度计, 博勒飞; pH计, 奥豪斯仪器(常州)有限公司; 电子天平, 精度0.01g, 奥豪斯仪器(常州)有限公司; 电子分析天平, 精度0.0001g, 奥豪斯仪器(常州)有限公司; AS20顶置搅拌器, 广州奥蓝仪器设备有限公司; LRH-150生化培养

箱, 上海一恒科学仪器有限公司; XT5202-R05C精密恒温液浴槽, 杭州雪中炭恒温技术有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 洗手液打样

在烧杯中加入纯水, 加入悬浮剂A(或B或C或D), 搅拌均匀后, 如需中和加入适量的液碱将pH值调制>7.0。再按照表1依次加入螯合剂、AES、CMEA、CAB、防腐剂搅拌均匀, 调整pH值, 使洗手液的pH为5.0~6.0, 得到的洗手液样品, 具体洗手液和悬浮剂的对应关系见表2。

表1 洗手液各组分分配

成分	加量 wt/%
悬浮剂	见表2
螯合剂	0.2
AES	7.0
CMEA	0.8
CAB	1.2
防腐剂	0.05
珠光粒子	0.1
柠檬酸	适量
纯水	调至 100

表2 洗手液和悬浮剂的对应关系

洗手液	序号	INCI 名称	商品名	厂商	加量 /%
洗手液1	A	丙烯酸(酯)类共聚物	SF-2	Lubrizol	3
洗手液2	B	大分子纤维素类	SP9510	爱发生物科技	3
洗手液3	C	甘油(和)纤维素(和)纤维素胶	Arbalon R50	CP Kelco U.S.	3
洗手液4	D	丙烯酸(酯)类/新癸酸乙酯交联共聚物	ACULYN 38	DOW	3
洗手液5	空白	/	/	/	/

注: 洗手液1中使用的是序号为A的丙烯酸(酯)类共聚物悬浮剂; 洗手液2中使用的是序号为B的大分子纤维素类悬浮剂; 洗手液3中使用的是序号为C的纤维素类



悬浮剂；洗手液4中使用的是序号为D的丙烯酸（酯）类/新癸酸乙烯酯交联共聚物悬浮剂；洗手液5为空白对比，用纯水代替悬浮剂。

1.2.2 洗手液的黏度曲线

将1.2.1制备的洗手液样品1~5分别加入0%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%氯化钠，搅拌均匀，测试不同样品的黏度曲线。测试条件：在25℃恒温24 h后，使用博勒飞DV2+Pro旋转黏度计测定黏度^[3]。

1.2.3 泡沫性能

选择2%氯化钠加量样品，使用DFA100动态泡沫分析仪分析10%硬水（150mg/kg）溶液样品泡沫结构^[4]，设定鼓气模式，气体0.3L/min，鼓气30s。

1.2.4 悬浮能力测定

方法一、控制样品黏度在5000~6000（具体黏度及氯化钠加量见表3加粗组样品），使用HAAKE MARS60旋转流变仪测试样品屈服力^[5]，设定温度25℃，采用震荡幅度扫描模式，应变从1%升至200%，频率1Hz，持续120s。

方法二、将样品放置于40℃烘箱、-5℃恒温液浴槽中，持续考察90d珠光粒子析出现象^[6]。

2. 结果与讨论

2.1 洗手液的黏度曲线

从黏度曲线（表3）可以观察到，不同悬浮剂对体系的黏度有显著影响。氯化钠的存在可以进一步影响这些悬浮剂的协同增效作用。洗手液1可能由于选择的悬浮剂A的高分子链结构和交联特性，在氯化钠含量2.5%以下时，Na⁺进一步压缩双电层，降低高分子链的水合程度，部分羧基因脱水而暴露疏水链段。分子链间疏水相互作用增强，形成更紧密的物理交联网络，最终在体系中形成较强的网络结构，从而提高体系的黏度。相比之下，洗手液2~4所对应的纤维素类悬浮剂（悬浮剂B、C）和丙烯酸（酯）类/新癸酸乙烯酯交联共聚物（悬浮剂D）对黏度的提升作用较弱，这可能与它们的分子结构和在体系中的分散状态有关。

2.2 洗手液的泡沫性能

根据自动测试程序，用最大泡沫体积表征起泡能力。以体积消泡率和单位面积气泡个数变化率衡量样品的消泡能力，体积消泡率越大、单位面积气泡个数变化率越大则样品的泡沫稳定性越差。

表3 黏度曲线

氯化钠	洗手液1	洗手液2	洗手液3	洗手液4	洗手液5
1%	1800	1620	1600	1700	400

1.5%	4521	2400	3900	3800	1600
1.7%	5800	3020	4810	4500	2020
1.8%	7540	4230	5500	5520	2420
1.9%	10100	5400	7020	5800	3060
2.0%	14117	6210	8230	7920	3790
2.2%	21800	9700	11400	12210	5600
2.5%	30933	12280	14640	17430	7350
3.0%	24000	19750	27590	29930	13300

如表4、表5所示，增加悬浮剂后样品的起泡能力均有上升，各悬浮剂的差别不明显。洗手液1、2的体积消泡率变大，单位面积气泡个数变化率上升，即样品的泡沫稳定性变差；而洗手液3、4的体积消泡率变小，泡沫稳定性变好。对于淋洗类产品，其起泡能力好可以给使用者较优的使用感受，稳泡能力差代表泡沫易冲洗。综合对比洗手液1、2在淋洗类产品中的泡沫表现较优。

表4 洗手液的泡沫性能

样品名称	$V_{\text{foam max}} / \text{mL}$	$V_{\text{foam fine}} / \text{mL}$	体积消泡率 / %	$BC_{\text{initial}} / \text{mm}^{-2}$	$BC_{\text{final}} / \text{mm}^{-2}$	气泡个数变化率 / %
洗手液1	211.9	103.7	51	74.978	1.463	98
洗手液2	211.8	109.2	48	88.286	2.147	98
洗手液3	210.7	169.7	19	91.805	3.037	97
洗手液4	213.3	153.6	28	83.73	2.471	97
洗手液5	166.9	108.7	35	84.516	2.178	97

表5 洗手液的微观形态

样品名称	100s	200s	300s
A			
B			
C			
D			
无悬浮剂			

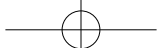
2.3 悬浮能力测定

方法一

如表6所示，添加悬浮剂后，体系的屈服应力有明显上升。其中洗手液1的屈服应力最高，洗手液3次之。

表6 屈服应力

	洗手液1	洗手液2	洗手液3	洗手液4	洗手液5
屈服应力 Pa	62.55	42.46	47.04	38.55	28.01



方法二

从-5℃恒温后恢复室温，珠光粒子稳定性实验（表7）可以看出，洗手液1、3、4在低温下均能保持较好的悬浮能力，而洗手液2则出现分层现象。这可能是由于悬浮剂B的凝胶结构在低温下发生了破坏，这种破坏可能是由于低温水结冰破坏了纤维素分子间的氢键，从而影响了其网络结构的稳定性。

表7 -5℃下珠光粒子稳定性

	洗手液1	洗手液2	洗手液3	洗手液4	洗手液5
1d	无析出	无析出	无析出	无析出	珠光析出
3d	无析出	分层	无析出	无析出	珠光析出
7d	无析出	分层	无析出	无析出	珠光析出
15d	无析出	分层	无析出	无析出	珠光析出
30d	无析出	分层	无析出	无析出	珠光析出
60d	无析出	分层	无析出	无析出	珠光析出
90d	无析出	分层	无析出	无析出	珠光析出

在高温40℃下的珠光粒子稳定性实验（表8）中，洗手液1、3表现出良好的悬浮能力，而洗手液2、4则随着时间的增加逐渐出现珠光粒子析出。这可能是由于在高温下，悬浮剂B、D的分子结构或分散状态发生了变化，导致其对珠光粒子的吸附或包覆能力减弱。

表8 40℃下珠光粒子稳定性

	洗手液1	洗手液2	洗手液3	洗手液4	洗手液5
1d	无析出	无析出	无析出	无析出	珠光析出
3d	无析出	无析出	无析出	无析出	珠光析出
7d	无析出	无析出	无析出	珠光析出	珠光析出
15d	无析出	无析出	无析出	珠光析出	珠光析出
30d	无析出	珠光析出	无析出	珠光析出	珠光析出
60d	无析出	珠光析出	无析出	珠光析出	珠光析出
90d	无析出	珠光析出	无析出	珠光析出	珠光析出

通过方法一、二的对比发现，当屈服力>47时，可以长期有效的悬浮住所选的珠光粒子。高屈服应力表明体系形成

了强三维网络结构能抵抗重力沉降和温度变化导致的破坏。

3. 结论

不同悬浮剂对体系的黏度有一定影响，且可以和氯化钠起协同增效作用。也提升体系的悬浮力，丙烯酸（酯）共聚物（悬浮剂A）、纤维素类（悬浮剂C）在低温、高温下均能有较好的悬浮性。此外悬浮剂A、C在泡沫稳定性上有较明显的差别，满足一般的产品不同的使用需求。

综上所述，研究为悬浮剂的选择和应用提供了有益的参考，通过屈服力测试与稳定性考察结果关联，为后续配方设计和改进提供了高效的测试方法。当然，鉴于在实际应用中不同粒子的密度和粒径对屈服力的要求有差异，需要根据具体需求进行进一步的优化和调整。

参考文献

- [1]刘义，高俊. 化妆品用增稠剂[J]. 日用化学工业, 2003, 33(1):44-48.
- [2]叶志虹，何小平，袁仕扬. 增稠剂在洗涤剂 and 化妆品中的应用[J]. 日用化学品科学, 2009, 32(10):36-39.
- [3]佟锐，徐三善，郭建维，等. 弱酸性配方体系适用的乳液增稠剂应用性能研究[J]. 广东化工, 2017, 44(13):11-13.
- [4]徐杰，祝愿，徐项亮，等. 日用化学品泡沫性能的多维度评价方法研究[J]. 日用化学工业, 2022, 52(5):507-513.
- [5]高南，张文海，林文雯，等. 微胶囊芳香剂在日化产品中稳定悬浮性能的研究及应用[J]. 中国洗涤用品工业, 2025, 2:67-77.
- [6]陈荟竹，饶树良. 丙烯酸（酯）类共聚物在“花瓣”透明沐浴露中的应用[J]. 日用化学品科学, 2019, 42(12):36-39.

Research on Suspension Technology for Pearlescent Particles in Hand Wash

Chen Ying-hui¹, Sun Lian-lian¹, Mao Liang-mei¹, Yu Xin-lin¹, Feng Guo-qiang¹, Ding Zheng-lian²

(1.Zanyu Technology Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030;

2.Jiangsu Jinma Oil Technology Development Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224351)

Abstract : The article discusses the application of different suspensions in hand sanitizers and their influences on performance and stability. By comparing the viscosity changes, foam performance and suspension capacity of acrylic acid and cellulose suspensions in specific systems, it was found that different suspensions could have a synergistic effect with salts. Acrylic (ester) copolymers and cellulose-based substances can have good suspension properties at low and high temperatures. There is a relatively obvious difference in foam stability, meeting the different usage requirements of general products. The relationship between the yield force test and the stability investigation results was verified, providing an efficient testing method for the subsequent formula design and improvement.

Keywords : hand wash ; thickening ; foaming properties ; suspension agents