

· 技术与应用 ·

文章编号: 1001-5493(2024)05-0429-06

DOI: 10.16026/j.cnki.ica.2024050429

聚季铵盐在洗发水中调理性能的测试研究*

冯逸鑫¹, 翁佳丽², 叶嘉烘², 李燕², 张磊^{1**}

(1 汕头市大千高新科技研究中心有限公司, 汕头 515041; 2 汕头市深泰新材料科技发展有限公司, 汕头 515041)

摘要: 利用头发多功能测试系统分别对含聚季铵盐-22 plus 的洗发水、含聚季铵盐-37 plus 的洗发水以及不含聚季铵盐的洗发水进行干、湿梳理性能测试, 摩擦系数测试, 头发体积测试, 评价聚季铵盐-22 plus 及聚季铵盐-37 plus 对洗发水梳理性能、顺滑性能和蓬松性能的提升效果。经过实验发现, 含聚季铵盐-22 plus 洗发水与不含聚季铵盐洗发水对比, 其干梳理性能提升了 47.1%, 湿梳理性能提升了 50.1%, 摩擦系数降低了 13.5%, 蓬松做功提高了 14 倍; 含聚季铵盐-37 plus 洗发水与不含聚季铵盐洗发水对比, 其干梳理性能提升了 45.5%, 湿梳理性能提升了 52.5%, 摩擦系数降低了 18.1%, 蓬松做功提高了 17.5 倍。结果表明, 聚季铵盐-22 plus 及聚季铵盐-37 plus 作为发用调理剂添加到洗发水中, 对头发具有滋养 (改善头发梳理性及头发顺滑度) 和改善头发蓬松度的作用, 进而为上述 2 款聚季铵盐在洗发水中的应用拓展提供有效的数据支撑。

关键词: 聚季铵盐-22, 聚季铵盐-37, 洗发水, 调理剂, 柔软剂, 蓬松剂

中图分类号: O647.3 **文献标志码:** A

1 引言

洗发水是众多护发产品中发展最早、最快, 也是最重要的一款发用化妆品^[1], 其主要由表面活性剂、调理剂、保湿剂、外观修饰剂以及香精、防腐剂等组合而成^[2]。一款好的洗发水除了具有基本的去污、去屑、控油性能之外^[3-5], 还需兼顾洗后发质的柔顺性、易梳理性、蓬松干爽等。因此, 在组建洗发水配方时, 不能只从表面活性剂层面进行原料筛选, 各类型调理剂之间的搭配也很重要^[6]。

头发的比表面积很大, 头发与头发之间相互接触、摩擦, 使得头发容易带上静电 (负电荷), 这也是头发尤其是长发容易打结、不好梳理的主要原因。同时, 头发主要由角蛋白质组成, 其占比高达 97%, 而蛋白质则是由多个氨

基酸通过不同的排列构建起来的生物大分子, 且大多数的氨基酸是两性结构且带负电荷。长期以来, 洗护行业一致认为头发表面总是带负电荷的, 为中和、屏蔽负电荷, 洗发水中所使用的调理剂也多为阳离子调理剂。

通过将已知的 22 种氨基酸按照其侧链基团分类发现, 在具有极性的 13 种氨基酸中, 有 3 种氨基酸是带有正电荷的。由此可以判定, 头发表面的局部点位是带正电荷的, 并非都是负电荷。因此, 在选择发用调理剂时, 并非只有阳离子调理剂才能发挥柔顺效果。带适量负电荷的两性聚季铵盐调理剂也可以成为洗发水配方体系的组成部分。

聚季铵盐作为发用调理剂^[7]在洗发水中具有广泛的应用。聚季铵盐调理剂分子量适中, 可

* 收稿日期: 2024-07-27

作者简介: 冯逸鑫 (1989—), 工程师。

**通信作者: 张磊, E-mail: dna369@sina.com.

引用本文: 冯逸鑫, 翁佳丽, 叶嘉烘, 李燕, 张磊. 聚季铵盐在洗发水中调理性能的测试研究 [J]. 离子交换与吸附, 2024, 40(5): 429-434.

Citation: FENG Yi-xin, WENG Jia-li, YE Jia-hong, LI Yan, ZHANG Lei. Study on the Conditioning Properties of Polyquaternary Ammonium Salt in Shampoo [J]. Ion Exchange and Adsorption, 2024, 40(5): 429-434.

与小分子调理剂、大分子纤维素在微观层面相互作用,在头发表面附着^[8-9]可形成大中小分子量全覆盖,起到更为有效的中和、屏蔽头发表面负电荷的作用,进而使洗发水整体的调理性能得到明显提升。

本文选用带正负电荷的两性聚季铵盐-22 plus和带正电荷的阳离子聚季铵盐-37 plus作为主要研究对象,一方面利用阳离子聚季铵盐的正电荷性能,中和、屏蔽头发表面所携带的负电荷,另一方面,两性聚季铵盐的正电荷基团不仅可与头发角蛋白所携带的负电荷相互吸引,同时两性聚季铵盐上的负电荷还能与角蛋白部分节点上的正电荷进行作用,从而将头发表面电荷完全屏蔽,聚季铵盐可以更为牢固地附着于头发表面,有效提升洗后发质的柔顺性和易梳理性。

将含聚季铵盐-22 plus的洗发水和含聚季铵盐-37 plus的洗发水分别与空白对照组进行头发多功能测试^[10],验证2款聚季铵盐对洗发水调理性的提升效果,进而为聚季铵盐调理剂在洗发水中的应用提供数据支撑。

2 材料与方法

2.1 主要试剂及材料

去离子水,实验室自制;月桂醇聚醚硫酸酯钠(AES),湖南丽臣实业有限公司;椰油酰胺丙基甜菜碱(CAB-35),广州共信化工有限公司;聚季铵盐-22 plus(聚季铵盐-22/水)、聚季铵盐-37 plus(聚季铵盐-37/水),汕头市大千高新科技研究中心有限公司;香精、防腐剂、NaCl等均为市售化妆品级。若干发束(体外真发):标准发束17 cm×2.5 g,蓬松发束27 cm×2.7 g,市售品。

2.2 主要仪器

JJ-1大功率电动搅拌器,江苏金怡仪器科技有限公司;JJ1000型电子天平,常熟市双杰测试仪器厂;MTT175多功能头发测试仪、MTT180多功能头发测试仪,英国 Diastron Limited公司。

2.3 试验方法

2.3.1 试验配方

洗发水配方见表1。

2.3.2 干梳理性能测试方法

取9束标准发束,随机分成3组,对照组、样品组①和样品组②各3束,每束发束均用

表1 洗发水配方.

Table 1 Shampoo formula.

组分	含量/%		
	对照组	样品组①	样品组②
去离子水	TO 100	TO 100	TO 100
AES	12.0	12.0	12.0
CAB-35	6.0	6.0	6.0
聚季铵盐-22 plus	—	4.0	—
聚季铵盐-37 plus	—	—	4.0
香精	0.2	0.2	0.2
防腐剂	0.1	0.1	0.1
氯化钠	适量	适量	适量

1 mL 10% AES溶液进行基础清洗。

各取约0.5 g洗发水样品均匀涂抹于发束上,停留1 min,清水洗净。完成后将发束悬挂在(26±2) °C, (60±10)% RH的恒温恒湿环境中干燥、平衡24 h。

使用头发多功能测试系统进行发束的干梳理性能测试,每束发束测量重复5次。

2.3.3 湿梳理性能测试方法

取9束标准发束,随机分成3组,对照组、样品组①和样品组②各3束,每束发束均用1 mL 10% AES溶液进行基础清洗。

各取约0.5 g洗发水样品均匀涂抹于发束上,停留1 min,清水洗净。完成后将发束平放在桌子上,用平板梳子两面各梳10遍,把打结的位置疏通。轻轻地将发束浸入烧杯中,使头发不接触烧杯侧面,然后在2个戴手套的手指之间轻轻擦拭多余的水(称量增重范围为60%±5%)。

使用头发多功能测试系统进行发束的湿梳理性能测试,每个样品测量重复5次。

2.3.4 摩擦系数测试方法

取9束标准发束,随机分成3组,对照组、样品组①和样品组②各3束,每束发束均用1 mL 10% AES溶液进行基础清洗。

各取约0.5 g洗发水样品均匀涂抹于发束上,停留1 min,清水洗净。完成后将发束悬挂在(26±2) °C, (60±10)% RH的恒温恒湿环境中干燥、平衡24 h。

使用头发多功能测试系统进行摩擦系数测试,每束发束测量2次。

2.3.5 发束蓬松测试方法

取9束蓬松发束,随机分成3组,对照组、

样品组①和样品组②各3束，每束发束均用1 mL 10% AES溶液进行基础清洗。待头发干燥平衡后，使用头发多功能测试系统测量发束体积，每束发束测量5次(使用前)。

各取约0.5 g洗发水样品均匀涂抹于发束上，停留1 min，清水洗净。完成后将发束悬挂在 $(26\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ， $(60\pm 10)\%$ RH的恒温恒湿环境中干燥、平衡24 h。

使用头发多功能测试系统测量发束体积，每束发束测量5次(使用后)。

3 结果与讨论

3.1 发束干梳理性能测试结果与分析

对发束进行干梳理性能试验，干梳理最大载荷和干梳理功对比如图1、图2所示。

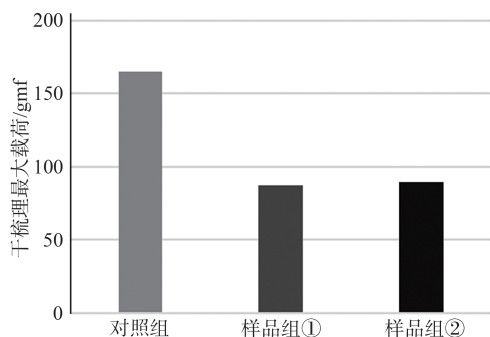


图1 干梳理最大载荷对比图。

Figure 1 Comparison diagram of maximum load of dry carding.

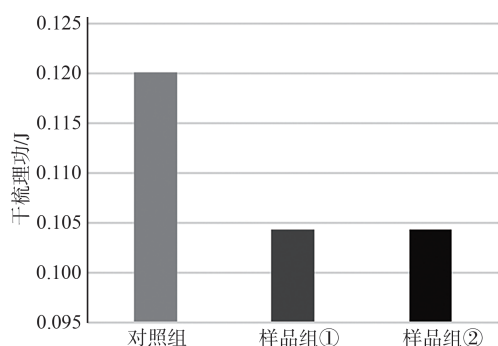


图2 干梳理功对比图。

Figure 2 Comparison of dry carding work.

通过图1和图2中对照组、样品组①和样品组②的干梳理最大载荷和干梳理功对比得出，样品组①与对照组相比，干梳理最大载荷下降了47.1%，干梳理功下降了13.2%；样品组②与对照组相比，干梳理最大载荷下降了45.5%，干

梳理功下降了13.2%。干梳理最大载荷和梳理做功数据越小，证明梳理性能越优异^[1]。因此，上述数据表明聚季铵盐-22 plus和聚季铵盐-37 plus在洗发水中均具有良好的改善发束干梳理的效果。

3.2 发束湿梳理性能测试结果与分析

对发束进行湿梳理性能试验，湿梳理最大载荷和湿梳理功对比如图3、图4所示。

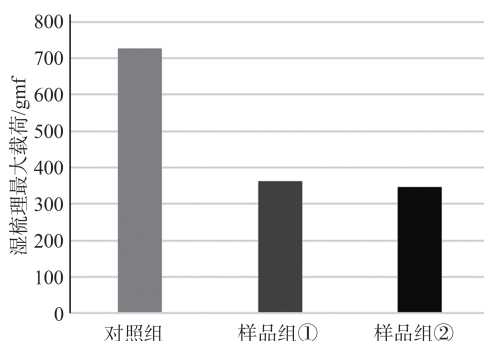


图3 湿梳理最大载荷对比图。

Figure 3 Comparison diagram of maximum load of wet carding.

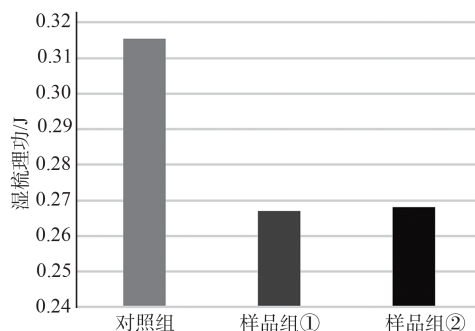


图4 湿梳理功对比图。

Figure 4 Comparison of wet carding work.

图3和图4中样品组①与对照组相比，湿梳理最大载荷下降了47.1%，湿梳理功下降了15.3%；样品组②与对照组相比，湿梳理最大载荷下降了45.5%，湿梳理功下降了15.0%。由此证明，洗发水配方体系中加入聚季铵盐-22 plus和聚季铵盐-37 plus可以明显提升发束湿梳理性能。

3.3 摩擦系数测试结果与分析

对发束进行摩擦系数测试，结果描述性统计如表2所示。

表2中，样品组①、样品组②分别与对照组相比，摩擦系数下降了13.5%和18.1%，体现了含聚季铵盐-22 plus和聚季铵盐-37 plus的洗发水产

表2 摩擦系数测试结果统计.
Table 2 Friction coefficient test results statistics .

参数	组别	统计项						
		N	均值	均值标准误差	中值	标准差	极小值	极大值
摩擦系数	对照组	6	0.9299	0.0223	0.9313	0.0546	0.8652	1.018
	样品组①	6	0.8044	0.0295	0.8294	0.0721	0.6652	0.8628
	样品组②	6	0.7621	0.0343	0.7998	0.0841	0.6185	0.8364

品在改善发束顺滑度方面具有显著的作用。

大载荷和蓬松做功对比结果如表 3、表 4 所示，
蓬松最大载荷变化值和蓬松做功变化值如图 5 和
图 6 所示。

3.4 发束蓬松测试结果与分析

对发束进行头发蓬松 (体积) 测试，蓬松最

表3 蓬松最大载荷测试结果统计.
Table 3 Fluff maximum load test results statistics.

参数	组别		统计项						
			<i>N</i>	均值	均值标准误差	中值	标准差	极小值	极大值
蓬松最大载荷/gmf	对照组	处理前	15	6.967	0.3289	6.700	1.274	5.400	8.800
		处理后	15	6.990	0.2740	7.050	1.061	5.050	8.800
	样品组①	处理前	15	7.943	0.3832	8.350	1.484	5.550	10.50
		处理后	15	13.94	0.5309	13.25	2.056	11.55	18.90
	样品组②	处理前	15	6.927	0.2631	6.750	1.019	5.350	9.800
		处理后	15	14.87	0.5555	14.95	2.151	11.20	18.90

表4 蓬松做功测试结果统计.
Table 4 Fluff work test results statistics.

参数	组别		统计项						
			<i>N</i>	均值	均值标准误差	中值	标准差	极小值	极大值
蓬松做功/J	对照组	处理前	15	0.0079	0.0001	0.0078	0.0003	0.0075	0.0085
		处理后	15	0.0082	0.0001	0.0083	0.0005	0.0074	0.0090
	样品组①	处理前	15	0.0079	0.0002	0.0081	0.0006	0.0069	0.0093
		处理后	15	0.0107	0.0002	0.0108	0.0008	0.0091	0.0121
	样品组②	处理前	15	0.0082	0.0002	0.0080	0.0007	0.0071	0.0093
		处理后	15	0.0117	0.0003	0.0119	0.0013	0.0083	0.0141

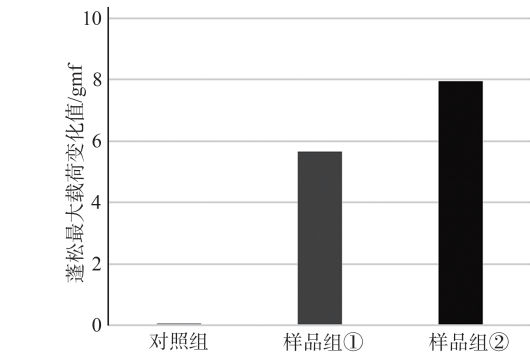


图5 蓬松最大载荷变化对比图.
Figure 5 Comparison diagram of maximum fluffy load change.

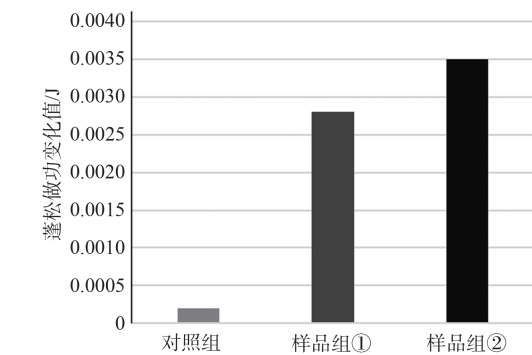


图6 蓬松做功变化值对比图.
Figure 6 Comparison diagram of fluffy work change values.

由表3、表4、图5及图6可看出,样品组①与对照组相比,使用聚季铵盐后蓬松做功变化值提升了14倍;样品组②与对照组相比,使用聚季铵盐后蓬松做功变化值提升了17.5倍。因此,证明含有聚季铵盐-22 plus和含有聚季铵盐-37 plus的洗发水样品均具有增大发束体积、改善发束蓬松度的效果。

4 结 论

通过头发多功能测试数据分析可以看出,样品组①、样品组②分别与对照组相比,样品组干梳理最大载荷和干梳理功较对照组降低且结果均具有显著性差异,表示样品组所测试洗发水配方样品具有改善发束干梳理、减少打结的效果;样品组①、样品组②分别与对照组相比,样品组湿梳理最大载荷和湿梳理功较对照组降低且结果均

具有显著性差异,表示样品组所测试洗发水配方样品具有改善发束湿梳理、减少打结的效果。

通过摩擦系数分析可以看出,样品组①、样品组②分别与对照组相比,样品组摩擦系数较对照组降低且结果具有显著性差异,表示样品组所测试洗发水配方样品具有改善发束顺滑度的效果。

通过头发蓬松(体积)分析可以看出,样品组①、样品组②分别与对照组相比,样品组发束蓬松最大载荷变化值和做功变化值较对照组提升且结果均具有显著性差异,表示样品组所测试洗发水配方样品具有增大发束体积、改善发束蓬松的效果。

综上所述,聚季铵盐-22 plus和聚季铵盐-37 plus均具有滋养头发(改善头发梳理性、改善头发顺滑度)和改善头发蓬松度的效果。

参考文献

- 1 孟卫华.冷配洗发水的工艺探讨[J].中国洗涤用品工业,2015(10):46-52.
- 2 孟卫华,刘宪俊.洗发水的成分、配制工艺及市场概况综述[J].中国洗涤用品工业,2016(4):71-77.
- 3 陈国静,李桃,马洁婷,曾双.阳离子调理剂组合在蓬松洗发水中的应用[J].中国洗涤用品工业,2024(3):46-52.
- 4 王志华,姚晨之.阳离子聚合物在调理型洗发水中的应用研究[J].应用化工,2020,49(S2):140-142,147.
- 5 李岗,丛妍.洗护发产品中国市场基础配方调研与趋势研究[J].印染助剂,2019,36(4):6-9.
- 6 贝斯约翰逊,南海明.向优化头发调理剂进军[J].日用化学品科学,2006(11):18-21.
- 7 张婉萍.《化妆品配方与工艺技术》第四讲 毛发清洁类化妆品[J].日用化学品科学,2019,42(5):48-56.
- 8 李永健,苏珊,LP 乔丹.用于个人护理品的多功能、卓越高效的阳离子纤维素聚合物[J].日用化学品科学,2003(3):36-38,42.
- 9 金朝晖,约维斯卡雅TV,吴佩芳.用于护发产品的新一代阳离子调理聚合物[J].日用化学品科学,2005(8):33-36.
- 10 莫燕华,梁静文.头发梳理性能检测方法的研究[J].口腔护理用品工业,2011,21(3):18-20.
- 11 张红燕,王鹏,郭若曦,成鲁越,张蕾.发用化妆品功效人体评价试验方法[J].日用化学品科学,2021,44(12):50-53.

Technology and Application

Study on the Conditioning Properties of Polyquaternary Ammonium Salt in Shampoo

FENG Yi-xin¹, WENG Jia-li², YE Jia-hong², LI Yan², ZHANG Lei^{1*}

(¹Shantou Daqian High-tech Research Center Co., Ltd., Shantou 515041, China; ²Shantou Shentai New Material Technology Development Co., Ltd., Shantou 515041, China.)

Abstract The hair multifunctional test system was used to test the dry and wet combing performance, friction coefficient and hair volume of shampoo containing polyquaternium-22 plus, shampoo containing polyquaternium-37 plus and shampoo without polyquaternium-37 plus, respectively. To evaluate the effects of polyquaternium-22

plus and polyquaternium-37 plus on the grooming, smoothness and fluffing properties of shampoo. After the experiment, the dry combing performance of the shampoo containing polyquaternary ammonium salt-22 plus was increased by 47.1%, the wet combing performance was increased by 50.1%, the friction coefficient was reduced by 13.5%, and the fluffy work was increased by 14 times. Compared with shampoo without polyquaternium-37 plus, dry carding performance increased by 45.5%, wet carding performance increased by 52.5%, friction coefficient decreased by 18.1%, and fluffy work increased by 17.5 times. The results showed that polyquaternary ammonium salt-22 plus and polyquaternary ammonium salt-37 plus, which were added to shampoo as hair conditioner, had the effects of nourishing hair (improving hair combing, improving hair smoothness) and improving hair shampoos. This work provides effective data support for the application expansion of the above two polyquaternary ammonium salts in shampoo.

Keywords Polyquaternary ammonium salt-22, Polyquaternary ammonium salt-37, Shampoo, Conditioner, Softener, Fluffy agent

* Corresponding author: ZHANG Lei, E-mail:dna369@sina.com.