

几种表面活性剂的复配 以及在免擦洗车剂中的应用

林 凯

(上海喜赫精细化工有限公司, 上海 201620)

摘 要: 对汽车表面进行免擦拭清洁, 整个洗车过程不用海绵、抹布直接接触汽车表面, 在去除汽车表面的尘土、油渍等污垢的同时, 对车漆和亮条起到了保护作用, 符合高档车型的清洗要求, 也提高了洗车效率。为了实现车辆的免擦清洁, 通过正交实验和单因素试验确定了以无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠、喜赫 PO 嵌段 FMEE、伯烷基磺酸钠、喜赫 FMES、五水偏硅酸钠、乙二醇丁醚、6501 比例为 3:3:2:1:0.6:0.4:0.4 复配无磷环保型免擦洗车液, 并应用于洗车店实际洗车, 除车头高速行驶导致的虫胶以及严重静电灰需要人工擦拭, 其他污垢的清洁效果均符合要求。

关 键 词: 免擦; 无磷; 复配; 虫胶; 静电灰

中图分类号: TQ423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0935 (2023) 05-0634-04

DOI: 10.14029/j.cnki.issn1004-0935.2023.05.026

汽车在行驶过程中极易受到尘埃、泥沙、路面沥青、煤焦油和燃料油等污垢的污染, 为了保持车辆外观清洁需要对汽车外壳经常清洗。随着我国汽车保有量的增加, 汽车清洗相关产品的市场需求也越来越大。目前最常用汽车表面清洗剂在使用过程中需要人工擦拭, 细小的污垢硬颗粒会划伤车面^[1]。随着高档轿车拥有量的提高, 对车身无损伤的免擦洗车液的需求呼声越来越高, 汽车表面免擦洗清洁剂既能防划痕也能节省大量人工, 提高工作效率。

为了实现免擦洗车, 需要通过多种表面活性剂原料, 复配出一种强力清洁剂, 能够在不腐蚀破坏油漆面的前提下, 将车身污垢清洗干净, 特别是针对静电灰要有较强溶胀与清洗力^[2]。喜赫 PO 嵌段的脂肪甲酯乙氧基化物 FMEE 及其磺酸盐 FMES 具有良好的乳化作用, 适用于低温条件下对沥青、焦油等杂质的清洗, 同时具有优异的分散作用, 可以将污垢、静电灰膨胀松动, 有利于高压水枪的清洗^[3], 将 FMEE 和 FMES 作为汽车清洗剂的净洗成分, 复配阴离子型渗透剂伯烷基磺酸钠、静电灰去除剂无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠, 并通过正交实验确定 4 种原料的最佳配比。

1 实验部分

1.1 主要试剂与仪器

试剂与材料: PO 嵌段 FMEE、FMES、无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠 EDDHA-Na、伯烷基磺酸钠

PAS-80, 均为工业级, 上海喜赫精细化工有限公司; 6501、斯盘-60, 工业级, 上海清奈实业有限公司; 沥青、润滑油, 上海意特玛莎拉蒂 4S 店维修部提供; 五水偏硅酸钠、乙二醇单丁醚, 分析级, 国药集团化学试剂有限公司; 铝合金片 10 cm × 20 cm × 0.6 cm, 苏州华鲁金属制造有限公司; 水泥与打印碳粉, 市场自购。

仪器: XPR 精密电子天平, 梅特勒-托利多; SL-5L 型小型高压喷淋清洗机, 深圳市三莉科技有限公司; 龙卷风泡沫枪、高压喷水枪, 上海路畅洗车场。

1.2 油污试片的制备与测试方法

铝合金油污的配制: 将沥青、润滑油、斯盘 60、纳米石墨碳粉、水泥粉和少量铁粉、自来水混合搅拌均匀备用。将准备好的铝合金试片准确称重 m_0 , 浸入人造混合污垢中静置 5 min, 取出后烘箱 180 °C 烘烤 1 h 并准确称重 m_1 。

清洁率测试: 清洗后的试片, 80 °C 烘干室温保持 24 h 后称重质量为 m_2 。清洁率的计算公式:

$$\text{清洁率} = [1 - (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)] \times 100\% \quad (1)$$

泡沫测试: 用 3 MPa 高压泡沫枪将配好的洗车工作液在车身表面喷泡, 秒表计算泡沫消失的时间。

1.3 清洁工艺

将铝合金试片在配好的清洗液中静置 60 s, 取出沥干后放于小型喷淋试验机喷洗区, 常温自来水

收稿日期: 2022-06-17

作者简介: 林凯 (1992-), 男, 上海市人, 硕士, 车用化学品研发经理。

喷淋，压力 0.3 MPa，前后对喷循环喷淋 2 min，取出铝合金片，用热风吹干。

1.4 洗车工艺

将浓缩免擦洗车剂按 1 : 30 兑水稀释，用泡沫枪以雾状的形式均匀地至上而下的喷洒在汽车外表面，润湿 2 min 后用高压清洗枪对被洗车辆进行冲刷，高压泵的压力保持 10 MPa，水枪水流量 15~20 L min⁻¹，高压水枪的扇形角 20°，清洗过程不需要毛巾擦拭，将洗车液冲洗干净即可。

2 实验内容

2.1 喜赫 PO 嵌段 FMEE、FMES、伯烷基磺酸钠、无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠正交试验因素水平的确定

喜赫 PO 嵌段 FMEE 具有低温除油污性能好、泡沫低、易漂洗的特点，分子链结构中有末端甲基和引入的环氧丙烷甲基，多个极性甲基基团可同步吸附于油污污垢分子表面，将油污彻底清洗。喜赫 FMES 对沥青和积碳的清洗力较强，并有优异的分散性，有利于溶胀车身表面的静电灰。伯烷基磺酸钠能提高清洗体系的渗透力，能帮助工作液渗透入车身表面和污垢的结合处，对污垢起到剥离作用。无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠对静电灰有明显的去除效果，可以有效地螯合工作液中的钙镁离子，溶解沉积于车身表面不溶于水的金属皂盐^[4]。以 PO 嵌段 FMEE、FMES、伯烷基磺酸钠、无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠为因素确定了正交试验因素水平如表 1 所示，试验测试结果与极差分析见表 2、表 3。

表 1 正交试验因素水平表

水平	因素用量/(g L ⁻¹)			
	FMEE (A)	FMES (B)	伯烷基磺酸钠 (C)	乙二胺二邻苯基乙酸钠 (D)
1	5	5	5	5
2	10	10	10	10
3	15	15	15	15

表 2 正交实验结果

项目	A	B	C	D	清洁率/%
1	5	5	5	5	47.18
2	5	10	10	10	56.66
3	5	15	15	15	62.32
4	10	5	10	15	67.50
5	10	10	15	5	58.71
6	10	15	5	10	63.93
7	15	5	15	10	66.63
8	15	10	5	15	71.15
9	15	15	10	5	51.29

表 3 正交试验极差分析

项目	A	B	C	D	
清洁率	均值 1	55.387	60.437	60.753	52.393
	均值 2	63.380	62.173	58.483	62.407
	均值 3	63.023	59.180	62.553	66.990
	极差	7.993	2.993	4.070	14.597

2.2 各因素对清洁率的影响

由表 3 可知，对清洁率的影响因素由大到小排序为：无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠、PO 嵌段 FMEE、伯烷基磺酸钠、FMES。无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠 EDDHA-Na 的螯合与分散性能优异，分子结构中含有 2 个配位体，可以与钙镁铁等金属离子形成稳定的六元环状结构络合物，将非水溶性的金属皂分解的同时，有利于将紧贴在硬表面的污垢分散开，削弱了污垢之间结合力，最终污垢被松散进一步去除，无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠对硬表面的薄层致密污垢清洗影响因素最大。喜赫 PO 嵌段 FMEE 为十八碳长碳链结构，与各种油污有相似的碳烃结构^[5]，根据相似相容原理，FMEE 对油污有优异的增溶作用，在低温条件下更容易清洗矿物油，车身表面的污垢一般是各种灰尘与油污形成的拒水混合物，随着油污的乳化分解，车身的污垢也被随之彻底清洗^[6]，因此，具有优异的除油性能的 FMEE 对车辆清洗影响也较大。伯烷基磺酸钠渗透力出众，协助洗车工作液沿污垢边缘进入污垢与硬表面的结合处，降低污垢在硬表面的附着力，对各种污垢有卷离作用。喜赫 FMES 主要是对轮胎上的积碳、沥青和难以清除的柏油有很好的去除效果^[7]。

通过正交实验分析，无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠与 PO 嵌段 FMEE 对净洗性能影响最明显，伯烷基磺酸钠和 FMES 次之，参考表 3 中的 8 号实验，无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠用量 15 g L⁻¹，PO 嵌段 FMEE 用量 15 g L⁻¹，FMES 用量 10 g L⁻¹，伯烷基磺酸钠用量 5 g L⁻¹，能获得最高的清洁率，清洁率为 71.15%。根据上述用量，将无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠、PO 嵌段 FMEE、伯烷基磺酸钠、FMES 4 种原料按照 3 : 3 : 2 : 1 复配制得免擦洗车液的表面活性剂组分 A，进一步与碱剂、助洗剂、溶剂复配提高免擦清洗效果。

2.3 碱剂用量对清洁率的影响

表面活性剂的活性随使用温度的升高相应提升,洗车是在常温条件下进行,特别是在寒冷的冬季,洗车液的温度很低,单靠表面活性剂很难彻底将污垢清洗干净,都会辅以碱性物质提高洗车效果。过多的使用强碱,如氢氧化钠会损伤车漆、亮条等外饰,为了保护车漆和操作工人身安全,一般使用弱碱性的三聚磷酸钠或偏硅酸钠作为助洗剂碱剂提高清洗效果^[8]。在考虑无磷环保的前提下,选择五水偏硅酸钠作为碱性助洗剂,与复配的表面活性剂 A 共同应用于清洗工艺,参照工艺 1.3,分析五水偏硅酸钠的用量对复配表面活性剂 A 净洗效果的影响,结果如图 1 所示。

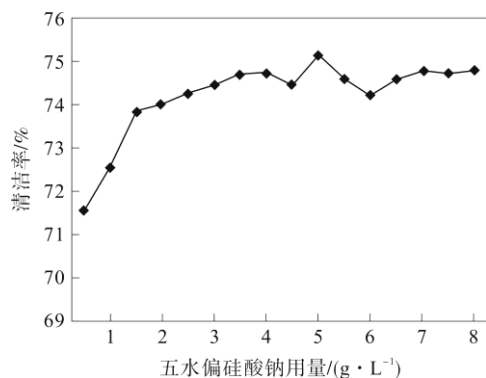


图 1 偏硅酸钠用量对清洁率的影响

由图 1 可知,五水偏硅酸钠有一定的助洗效果,随着五水偏硅酸钠用量的提高,清洁率相应提高,当五水偏硅酸钠用量超过 3 g L⁻¹后,清洁率相对稳定,提升效果不明显。由此可知,五水偏硅酸钠的最佳用量为 2~3 g L⁻¹,偏硅酸钠用量不宜太高,在实际的洗车实践中,过多的使用偏硅酸钠还会导致漂洗困难,消耗大量的清水,甚至会导致车面有白点残留。

2.4 溶剂对清洁率的影响

在实际洗车工艺中,不仅工作液温度低,整个清洗时间仅有几分钟,需要借助溶剂来降低硬表面的表面张力,减弱污垢与硬表面的结合力,同时溶剂对牢固硬化的污垢,特别是静电灰有很好的溶胀作用,因此针对免擦洗车工艺,溶剂也必不可少。能用于洗车的溶剂包括苯类溶剂、乙二醇单丁醚、丙二醇丁醚等,乙二醇丁醚相对环保且价格适中。

选择乙二醇丁醚作为与复配的表面活性剂 A 共同应用于清洗工艺,参照工艺 1.3,分析乙二醇丁醚的用量对复配表面活性剂 A 净洗效果的影响,结果如图 2 所示。

由图 2 可知,乙二醇丁醚用量 0~2 g L⁻¹,清洁率随乙二醇丁醚用量增加相应提高,当乙二醇丁醚用量超过 2 g L⁻¹后,清洁率变化不大。由此可知,乙二醇丁醚的最佳用量为 2 g L⁻¹,过多的添加溶剂乙二醇丁醚,不仅不会提高清洁率,也会导致成本提高。

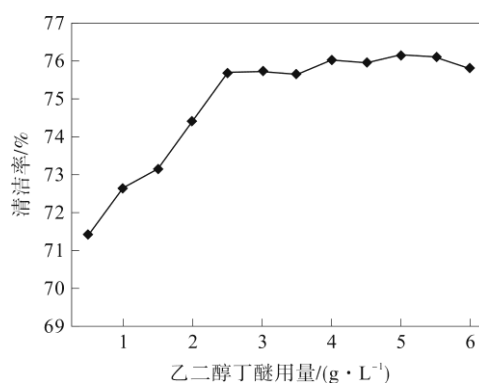


图 2 乙二醇丁醚用量对清洁率的影响

2.5 泡沫对清洁率的影响

洗车液的泡沫对免擦洗车影响较大,泡沫过低,虽然易于漂洗,会导致洗车液无法在汽车表面挂壁停留,形成汇流滴落地面,造成洗车液的浪费。另一方面,泡沫过高也不利于免擦清洗,洗车液大量形成稳固的泡沫,并没有接触车身表面,随即被清水冲走也会降低洗车液的利用率^[9],因此免擦洗车工艺对泡沫的要求是不能无泡,但要求泡沫在 100 s 内逐步消失,从而将洗车液缓慢的释放在车身,对洗车液充分的利用,最终形成的无泡工作液也有利于清水的冲洗^[10]。以烷基醇酰胺 6501 作为泡沫调整剂,按照测试方法,分析了 6501 的用量对表面活性剂 A 组分泡沫持续时间的影响,并确定最佳的 6501 用量,将洗车液体体系的泡沫调整为 100 s 内消失,适合免擦洗车的工艺条件。6501 的用量对泡沫的影响如图 3 所示。

由图 3 可知,表面活性剂 A 体系的泡沫较低,主要原因是 PO 嵌段 FMEE 和 FMES 都属于低泡沫表面活性剂,加入 6501 后,泡沫增多,6501 具有

优异的增泡和稳泡效果,当 6501 用量 2 g L^{-1} 时,整个体系的泡沫 100 s 左右彻底消失,符合免擦清洗的要求。

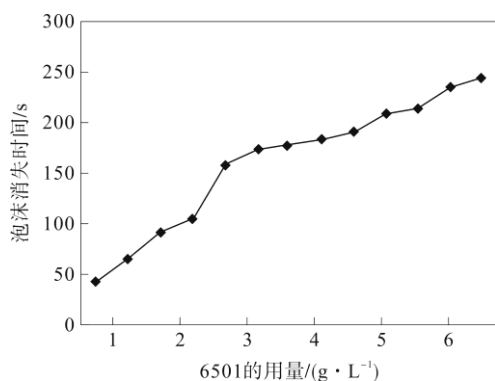


图 3 6501 的用量对泡沫的影响

通过测试与分析偏硅酸钠和乙二醇丁醚用量对净洗率的影响以及 6501 的用量对泡沫的影响,最终确定了免擦洗车剂的原料配比为无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠、喜赫 PO 嵌段 FMEE、伯烷基磺酸钠、喜赫 FMES、五水偏硅酸钠、乙二醇丁醚、6501 比例为 3 : 3 : 2 : 1 : 0.6 : 0.4 : 0.4, 将上述几种原料按照该比例配制成含固量 20% 的洗车剂,在洗车店进行实际应用测评,按照 1.4 洗车工艺流程,共清洗各种轿车 100 辆,洗车工目测评价合格率为 85%,并得到一些免擦洗车提高清洁率的经验,如喷泡沫之前不可预洗车辆,经过预洗的车辆最终的洗车效果均不理想,静电灰去除率低,喷泡沫之前要尽可能的保持车面干燥。

3 结论

1) 无磷螯合剂乙二胺二邻苯基乙酸钠 EDDHA-Na 对硬表面免擦拭清洗的影响最大,通过正交实验和单因素试验确定无磷乙二胺二邻苯基乙酸钠、喜赫 PO 嵌段 FMEE、伯烷基磺酸钠、喜赫 FMES、五水偏硅酸钠、乙二醇丁醚、6501 的最佳配比为 3 : 3 : 2 : 1 : 0.6 : 0.4 : 0.4。

2) 将自配免擦洗车液应用于洗车店实际洗车,洗车之前不能预洗,直接喷洗车工作液,静置 2 min 后即可用清水冲洗,除车头高速行驶导致的虫胶以及严重静电灰需要人工擦拭,其他污垢清洗均符合要求,适用于高档车型的清洗。

参考文献:

- [1] 董艇舰, 王亚楠. 飞机客舱地毯表面污垢清洗机理研究[J]. 辽宁化工, 2019, 48 (10): 997-999.
- [2] 王玉敏. 地铁车辆自动洗车工艺研究[J]. 科技创新与应用, 2019 (30): 76-78.
- [3] 徐铭勋. 脂肪酸甲酯乙氧基化物及其磺酸盐的生产技术与应用[J]. 化学工业, 2012 (30): 30-32.
- [4] 于兴凯, 卫杰刚, 左建民. 乙二胺二邻苯基乙酸钠的合成以及在皂洗中的应用[J]. 染整技术, 2012 (9): 35-38.
- [5] 唐安喜. 低泡沫环氧丙烷封端 FMEE 的合成与性能研究[J]. 精细与专用化学品, 2022, 30 (3): 38-42.
- [6] 唐安喜. 二元催化剂在脂肪酸甲酯乙氧基化物 FMEE 合成中的应用[J]. 中国洗涤用品工业, 2022 (2): 34-39.
- [7] 王琛, 卢吉超. 马来酸酐-丙烯酸共聚物/FMES 二元体系在皂洗中的应用[J]. 印染, 2022, 48 (3): 50-52.
- [8] 辛生业, 殷文, 毕延洁, 辛鸣. 层硅无磷助洗剂的产业化研究现状与发展[J]. 现代化工, 2007 (93): 9-12.
- [9] 苏勇, 苏彬. 利清洗机清洗过程中出现泡沫原因分析及对策[J]. 中国卫生产业, 2016, 13 (12): 102-103.
- [10] 贾路航. 表面活性剂的复配及其在除油清洗中的应用[J]. 天津化工, 2013, 27 (6): 24-27.

Compound of Several Surfactants and Its Application in Scrubbing-free Vehicle Cleaning Agent

LIN Kai

(Shanghai Xihe Fine Chemical Co., Ltd., Shanghai 201620, China)

Abstract: The dirt and oil stains on the car surface are removed in scrubbing-free washing process without the sponge or rag. This cleaning process is good for the car paint and bright strip, which can improve the efficiency of car washing, the scrubbing-free cleaning agent is suitable for the high-grade car. In order to realize the vehicle's scrubbing-free cleaning, the scrubbing-free detergent was applied to the washing of a car washing shop with the proportion of non-phosphorus EDDHA-Na, PO blocked FMEE, PAS, FMES, sodium metasilicate, 2-butoxyethanol, 6501 of 3 : 3 : 2 : 1 : 0.6 : 0.4 : 0.4 determined through the orthogonal experiment and the single factor experiment. Except for shellac and serious electrostatic ash caused by high-speed driving of the front of the car, manual wiping was needed, and the cleaning effect of other dirt met the requirements.

Key words: Scrubbing-free; Non-phosphorus; Mixing; Shellac; Electrostatic dust