

AEL非离子表面活性剂：

革新洗衣方式，开启洁净新纪元

王楠，张洋，沈澄

(陶氏化学(中国)投资有限公司, 上海, 201203)

DOI:10.61369/CDCST.2025040005

摘要：近年来，家居清洁行业日益向洗涤剂浓缩化方向发展，随之而来的黏度调控与凝胶抑制方面面临的技术挑战。针对上述问题，文章系统分析了陶氏公司新推出的两款非离子表面活性剂——TERGITOL™ AEL-2450 N 与 TERGITOL™ AEL-6880 NL 在浓缩洗衣液及洗衣凝珠配方中的应用表现。研究发现，这两种表面活性剂具有优异的配方兼容性，能够满足多元复配需求，并显著提升整体去污能力，尤其在皮脂类污渍的去除方面效果突出。同时，它们能有效降低浓缩体系的黏度，抑制凝胶形成，减少污垢再沉积，从而有助于织物在长期洗涤后保持颜色鲜艳。实验结果还显示，TERGITOL™ AEL 系列表面活性剂在低温环境下依然保持高效清洁性能，适用于多种织物材质，并具备良好的生物降解性和环保性。总体而言，TERGITOL™ AEL-2450 N 与 TERGITOL™ AEL-6880 NL 为浓缩型家居清洁产品的开发提供了高效、稳定且可持续的解决方案，推动了行业技术进步，并为实现低碳环保目标提供了有力支持。

关键词：浓缩；凝珠；黏度控制；凝胶抑制

作者简介：王楠，博士，现就职于陶氏化学，从事清洗及金属加工液领域的新产品研发、应用开发及商业化。

E-mail: nwang11@dow.com



王楠

随着家居清洁市场向高浓缩化、绿色安全化方向快速发展，配方设计师面临多重挑战：在提升活性物浓度以增强去污力的同时，需解决高浓度体系易出现的黏度失控、凝胶化倾向问题；在兼容多元表面活性剂以扩展功能时，需确保体系的化学稳定性与低刺激性；此外，抗污垢再沉积能力也成为衡量产品长效性的关键指标^[1,2]。

在高浓度体系中，传统表面活性剂如脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐（AES）和直链烷基苯磺酸盐（LAS）通常会表现出体系黏度升高及凝胶相形成的趋势。为实现配方的稳定性，常需借助增溶剂、溶剂或适当的 pH 调控（如 pH 6.0~6.8），这在一定程度上影响了配方设计的灵活性。与此同时，功能型表面活性剂如烷基糖苷（APG）、醇醚羧酸盐等在降低体系刺激性方面具有显著优势，但其与高浓度表面活性剂体系的兼容性仍有进一步提升的空间^[3-6]。未来，随着配方技术的不断进步，相关表面活性剂的协同应用和体系优化有望进一步拓展家居清洁产品的性能边界。

陶氏公司开发的 TERGITOL™ AEL-2450 N 与 TERGITOL™ AEL-6880 NL 非离子表面活性剂，通过分子结构的创新设计，在缓解上述挑战方面展现出一定潜力。相关研究表明，这类新型表面活性剂在以下几个方面具有积极的应用前景：

出色的兼容性：适配阴/非/两性离子表面活性剂体系，支持多功能复配；
去污力提升：强化油脂乳化与溶解，减少溶剂依赖；
抗污垢再沉积：形成屏障阻隔污垢二次附着；
黏度控制和防凝胶：在宽 pH 范围及高盐环境下可抑制凝胶，实现黏度的精准调控。

本文围绕这两种非离子表面活性剂在浓缩洗衣液及洗衣凝珠体系中的应用机制与性能表现进行了系统探讨。相关结果有助于丰富高浓度家居清洁产品配方设计的理论基础，并为后续提升产品性能与实现绿色可持续发展目标提供参考。

1. 实验部分

1.1 材料和设备

1.1.1 实验材料

油酸，月桂醇醚硫酸钠（AES）（70%活性物含量），脂肪醇乙氧基化物（AEO-9），丙二醇（PG），氢氧化钾（KOH），去离子水，单乙醇胺（MEA），直链烷基苯磺酸盐（LAS，96%活性物含量），乙醇，月桂醇聚醚硫酸铵（ALES，70%活性物含量），TERGITOL™ AEL-2450

N(100%活性物含量)与TERGITOL™ AEL-6880 NL(95%活性物含量),C8支链醇烷氧基化物(浊点61°C,100%活性物含量),C10支链醇烷氧基化物(浊点56°C,100%活性物含量),以上产品均来自市售。

JB03国标皮脂污布,购买自中国日用化学工业研究院。

1.1.2 实验设备

数显加热搅拌器(IKA),摇床,天平,电子温度计,Terg-O-Tometer立式去污仪,Konica Minolta CM-3600A分光光度计,DV-II+ Pro博勒菲黏度计。

1.2 实验方法

1.2.1 去污力测试

1.2.1.1 清洗流程 & 方法

(1)设备:Terg-O-Tometer立式去污仪。

(2)添加量:标准洗涤剂为2 g/L,浓缩洗涤剂和洗衣凝珠为0.8 g/L。

(3)温度:30 °C。

(4)搅拌速度:120 r/min。

(5)洗涤时间:20 min。

(6)水质:水硬度250 mg/kg。

(7)清洗样本:JB03国标皮脂污布(合成皮脂,树胶颜料,棉布,尺寸5 cm × 5 cm)。

1.2.1.2 色度测定和去污力计算

(1)设备:Konica Minolta CM-3600A分光光度计。

(2)方法:干燥的清洗样本的色度会在清洗之前和之后用分光光度计进行测定。每件样本都对有污渍的那一面进行测量。颜色测量的结果包括L*、a*和b*值。去污能力是根据以下公式计算得出的:

$$\text{去污力}(\%) = (L^*_{\text{清洗后}} - L^*_{\text{清洗前}}) / (96 - L^*_{\text{清洗前}}) \times 100\%$$

1.2.2 抗污垢再沉积能力测试

1.2.2.1 清洗条件

(1)设备:Terg-O-Tometer立式去污仪。

(2)添加量:0.5 g/L。

(3)温度:30 °C。

(4)搅拌速度:150 r/min。

(5)洗涤时间:60 min。

(6)水质:水硬度250 mg/kg。

(7)污渍:12.5 g黏土,2.5 g粉尘/皮脂乳液。

1.2.2.2 测试方法

(1)设备:Konica Minolta CM-3600A分光光度计。

(2)方法:将洗涤液置于30 °C加热并搅拌的立式去污仪中。待温度稳定在30 °C后,将纺织品样本放入每个烧杯中,然后开始搅拌。洗涤完成后,将样本用自来水冲洗3次,然后在50 °C的烘箱中干燥1h,并用分光光度计进行测量。

1.2.2.3 纺织品样本

用于抗污垢再沉积测试的纺织品样本如表1中所示:

表1 用于抗污垢再沉积测试的纺织品样本

纺织品样本	来源
针织布(聚酯纤维/棉纤维,50/50质量比,平纹针织,带有衬里,172 g/m ²)	CFT
聚酯纤维(涤纶,170 g/m ²)	WFK
毛巾布(100%纯棉毛巾布,430 g/m ² ,经过漂白处理,不带衬里)	WFK

1.2.3 黏度测试

使用博勒菲黏度计DV-II+ Pro在室温下(22°C)进行黏度测试。若黏度低于1000 cP,则使用62号转子进行测定,转速为30 r/min。若黏度在1000 cP到3000 cP之间,则使用62号转子,转速10 r/min进行黏度测定。对于黏度高于3000 cP的样品,则使用63号转子,转速10 r/min进行黏度测定。

1.2.4 凝珠的稀释测试

将5 g凝珠洗涤剂加入到一个50 mL的塑料离心管中。向管中加入0.5 g的去离子水,并手动摇匀。检查混合物的流动性。并重复该操作九次。实验均于室温下(22°C)进行。

1.2.5 凝珠的溶解性测试

将6 g凝珠洗涤剂装在水溶性薄膜内。在1 L塑料烧杯中加入900 g去离子水,并在烧杯底部附近放置一个转子以200 r/min的速度进行磁力搅拌。将凝珠洗涤剂轻轻放入烧杯中,记录凝珠完全溶解所需的时间。实验于室温下(22°C)进行。

1.2.6 实验中所使用到的配方浓缩洗衣液配方、洗衣凝珠配方、用于抗污垢再沉积测试的洗衣液配方、减少超浓缩配方中的溶剂用量的配方如表2至表5所示:

表2 浓缩洗衣液配方

组分	配方 A/wt.%	配方 B/wt.%
油酸	5	5
LAS	11	11
AES	12	12
AEO-9	0	16
非离子表面活性剂	24	8
丙二醇	6	6
KOH	3.2	3.2
去离子水	38.8	38.8

表3 洗衣凝珠配方

组分	配方 /wt.%
丙二醇	23
MEA	5.5
AES	7.5
LAS	20
油酸	10
AEO-9	20
非离子表面活性剂	10
去离子水	4

表4 用于抗污垢再沉积测试的洗衣液配方

组分	配方 /wt.%
LAS	10.8
AES	1.2
乙醇	1.5
非离子表面活性剂	3
丙二醇	3.5
水	80

表5 减少超浓缩配方中的溶剂用量的配方

组分	20%丙二醇 /wt.%	15%丙二醇 /wt.%	10%丙二醇 /wt.%	8%丙二醇 /wt.%	5%丙二醇 /wt.%
油酸	7.27	7.73	8.18	8.36	8.64
LAS	16.00	17.00	18.00	18.40	19.00
ALES	17.45	18.55	19.64	20.07	20.73
非离子表面活性剂	33.45	35.55	37.64	38.47	39.73
丙二醇	20.00	15.00	10.00	8.00	5.00
MEA	5.09	5.41	5.73	5.85	6.05
水	0.73	0.77	0.82	0.84	0.86

2.结果与讨论

2.1 浓缩洗衣液和洗衣凝珠中的去污力提升

在现代家用清洁剂的开发过程中，表面活性剂的合理选择与应用是提升产品性能的关键。表面活性剂主要通过降低液体的表面张力，从而促进污渍的分散与溶解，是洗衣液等日用化学品配方中不可或缺的核心成分之一。近年来，随着消费者对于环保与高效清洁要求的不断提高，新型非离子表面活性剂成为研发领域关注的重点。

TERGITOL™ AEL-2450 N 与 TERGITOL™ AEL-6880 NL 是两款新型非离子表面活性剂，基本特性如表6所示。基于直链醇的疏水段结构，这两款产品展现出对污渍优异的乳化能力，有助于提升污渍去除能力。此外，借助亲水段的独特分子设计，使其在高活性物含量和高浓缩配方体系中能够有效降低配方黏度，防止凝胶化，并在稀释过程中保持黏度稳定。这两款表面活性剂还具有极低的临界胶

束浓度以及出色的快速生物降解性，在产品安全性和环境友好性上表现显著。

表6 TERGITOL™ AEL 系列表面活性剂基本性质

	TERGITOL™ AEL-2450 N	TERGITOL™ AEL-6880 NL
活性物含量 /% wt	100	95
浊点 (1% wt. 水溶液 /°C)	49~50	78
倾点 /°C	~0	~16
罗氏泡沫高度 (0.1% wt. 水溶液, mm, 初始 / 5分钟)	90/ 15	74/ 35
临界胶束浓度 /mg · kg ⁻¹	21	18
生物降解性 (OECD)	可快速生物降解	可快速生物降解

作为配方中的主要非离子表面活性剂，TERGITOL™ AEL-2450 N 与 TERGITOL™ AEL-6880 NL 能显著增强洗衣液对皮脂类污渍的清除效率。皮脂污渍由于其复杂的有机组成，一般难以彻底清除，而上述两种表面活性剂能够有效地破坏油脂分子的聚集状态，使其更容易被包裹并带离织物表面，从而大幅提升配方的整体去污效果。

根据图1实验数据可以看出，在以0.8 g/L 洗衣液、250 mg/kg 硬水、30 °C 和 20 min 洗涤条件下，采用 TERGITOL™ AEL-2450 N 和 TERGITOL™ AEL-6880 NL 作为主清洗表面活性剂的浓缩洗衣液配方（表2中配方A），在去除模拟皮脂污渍方面表现优于传统 AEO-9 体系，其去污力可从 12.2% 分别提升至 15.6% 和 15.9%。

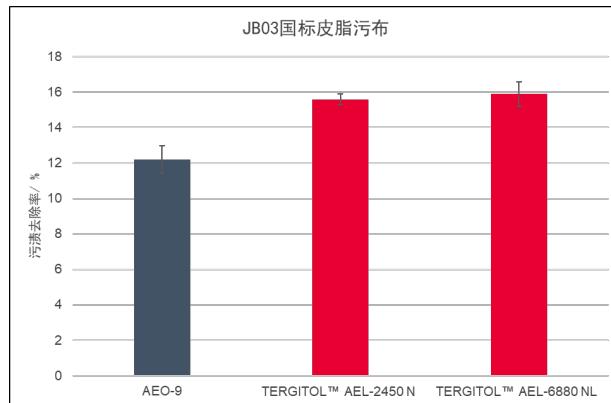


图1 在浓缩洗衣液配方 A 中的去污力表现

在配方优化研究中，本实验将原有24%非离子表面活性剂组分中的16%固定为 AEO-9，并对剩余8%的组分类型进行调整。即在浓缩型洗衣液配方中同时添加 AEO-9 及其他不同类型的非离子表面活性剂（如表2所示的配方B），以系统评价非离子表面活性剂组合对洗涤性能的影响。具体而言，实验从 TERGITOL™ AEL-2450 N、TERGITOL™ AEL-6880 NL、C8支链醇烷氧基化物和 C10

支链醇烷氧基化物中选取一种，在配方中添加8%，并与16%的AEO-9混合组成试验组。对照组则仅含有AEO-9，总添加量为24%。在JB03国标皮脂污布上进行去污力测试，所有样品测试均采用相同的温度、水质和搅拌速率以确保实验的一致性。如图2所示，当配方包含TERGITOL™ AEL-2450 N或TERGITOL™ AEL-6880 NL时，对皮脂污渍的去除率显著提高，平均去除率由仅含传统AEO-9体系的12.2%提升至13.2%和14.0%。此外，与含有C8支链醇烷氧基化物或C10支链醇烷氧基化物的配方相比，使用了TERGITOL™ AEL-2450 N和TERGITOL™ AEL-6880 NL的配方去皮脂率的改善更加明显，提升幅度已超过20%，甚至可高达47.4%。这说明，即便仅在传统配方中添加少量的TERGITOL™ AEL-2450 N或TERGITOL™ AEL-6880 NL，即可明显提高浓缩洗衣液的皮脂去除能力，表现出更优异的去污效果。

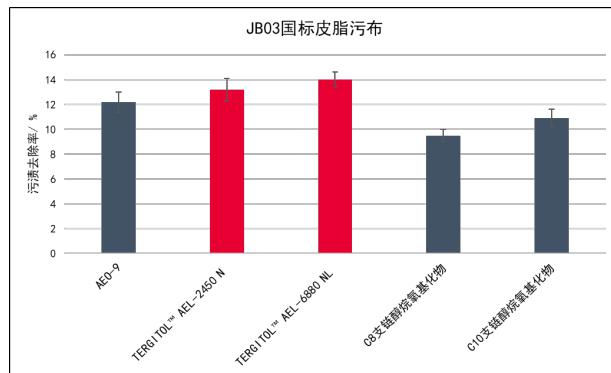


图2 在浓缩洗衣液配方B中的去污力表现

此外，这两种表面活性剂在低温环境下同样具有优异性能。如图3所示，TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL在10℃条件下仍能保持显著的皮脂去除能力。该特性对于当前家庭冷水洗涤的普及趋势尤为关键，不仅有助于降低能源消耗，还可实现高效的衣物清洁。

在JB03国标皮脂污布去污实验中，依据表3所列配方，通过分别将其中10%的表面活性剂替换为AEO-9、TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL，系统评估了洗衣凝珠在10℃与30℃条件下对皮脂的去除能力。结果显示，在10℃条件下，含有10% TERGITOL™ AEL-2450 N的配方使皮脂去除率由单用AEO-9的13.0%提升至16.4%，而使用TERGITOL™ AEL-6880 NL则可达16.8%。值得注意的是，两种TERGITOL™表面活性剂在低温(10℃)下的去污效率均优于AEO-9配方在常温(30℃)下的表现。多轮重复试验验证了上述数据的良好重

现性。综上如图3所示，TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL不仅适用于常温洗涤，更在低温洗涤场景中展现出卓越的去污力及节能潜力，为家用洗涤产品的配方开发提供了有力的实验数据支持。

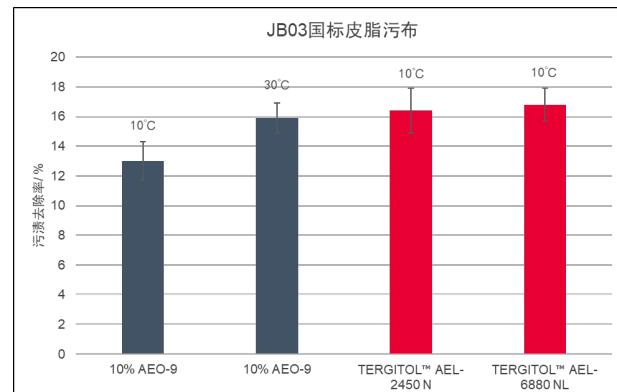


图3 在洗衣凝珠配方中不同温度下的去污力表现

2.2 抗污垢再沉积

为系统评估TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL在去皮脂能力和抗污垢再沉积性能方面的表现，本文选取了毛巾布、针织布及涤纶三种常见服装面料，在30℃、250 mg/kg硬水条件下，于立式去污仪中使用由黏土、灰尘及皮脂乳液组成的人工混合污垢进行了60min的清洗测试。每组样品重复实验三次，以确保数据的可靠性，并采用分光光度计测定布料反射率变化，用以量化各去污剂对布料表面污垢再沉积的影响。白度变化数值越小，说明抗污垢再沉积性能越好。实验结果(图4)显示，与未添加洗涤剂的空白对照组(深灰色柱状图)相比，所有添加洗涤剂的小组均降低了三类布料的白度变化幅度，改善最明显的为在针织布上，其白度变化值从49.5降低至21.5。TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL在三种布料上的抗污垢再沉积性能均高于传统AEO-9(浅灰色柱状图)。具体来看，TERGITOL™ AEL-2450 N在毛巾布、针织布及涤纶上的白度变化幅度分别为20.0、21.5和13.0，而AEO-9分别为28.0、27.5和17.0；TERGITOL™ AEL-6880 NL的白度变化幅度分别为19.5、23.0和13.0。结果表明，在不同面料类型下，TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL相对于空白组的抗污垢再沉积抑制效果具有统计学显著性，并优于AEO-9。该实验说明，TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL适用于多种面料，能处理复杂混合污垢，同时可为不同纤维材质提供高效的清洁解决方案。这些结果为后续产品配方的开发提供了理论

基础。

总体而言，这项研究系统验证了 TERGITOL™ AEL-2450 N 和 TERGITOL™ AEL-6880 NL 在高难度污垢去除及再沉积抑制领域的优势。含有该类表面活性剂的洗衣液具有更卓越的洁净和亮丽维持效果，可有效提升衣物的整体清洁度与外观质量。

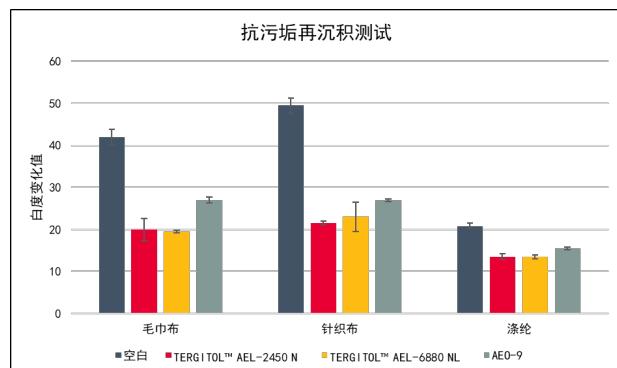


图4 在不同布料上的抗污垢再沉积测试结果

2.3 黏度控制和防止凝胶

在现代织物洗涤剂领域，配方优化及溶剂用量的降低已成为研究的核心方向。在浓缩型洗衣液配方的开发过程中，黏度调控与抗凝胶性能为重点关注参数^[2-5]。为了系统评估不同非离子表面活性剂对浓缩洗衣液体系黏度的影响，本文以表2中配方B为基础开展了相关实验。根据表7的数据结果，在5 °C与20 °C条件下，非离子表面活性剂种类对体系黏度均表现出显著影响。TERGITOL™ AEL-2450 N 和 TERGITOL™ AEL-6880 NL 相较于单一 AEO-9 体系及支链醇烷氧基化物 C8 支链醇烷氧基化物与 C10 支链醇烷氧基化物配方，表现出更优越的抗凝胶特性，从而保障了低温环境下体系的稳定性。具体而言，仅含 AEO-9（总质量分数 24%）的配方在 20 °C 时黏度为 840 cP，当温度降至 5 °C 时体系黏度升高至 2180 cP，并伴随配方稳定性的下降。相比之下，当配方中 8% 的 AEO-9 被 TERGITOL™ AEL-2450 N 替代后，在 20 °C 和 5 °C 下的黏度分别为 475 cP 和 1132 cP，用 TERGITOL™ AEL-6880 NL 替代的配方则分别为 455 cP 和 1120 cP，二者均体现出较低的黏度值及优异的低温抗凝胶性能。然而，当采用 C8 支链醇烷氧基化物或 C10 支链醇烷氧基化物表面活性剂替代 8% 的 AEO-9 时，所得配方在上述两温度下的黏度均高于 TERGITOL™ AEL-2450 N 与 TERGITOL™ AEL-6880 NL 体系。尤其是添加 8% C10 支链醇烷氧基化物表面活性剂的体系，虽然 20 °C 下黏度为 470 cP，但体系稳定性极差，5 °C 时配方已失稳，无法获得有效黏度数据。综合分析表明，TERGITOL™ AEL-2450 N 和 TERGITOL™ AEL-6880 NL 的引入可有效降低体

系黏度并增强配方低温稳定性。因此，科学合理地选择非离子表面活性剂对于实现浓缩洗衣液黏度优化与提升低温抗凝胶能力具有重要意义。

表7 使用不同非离子表面活性剂的浓缩洗衣液配方B的黏度

非离子表面活性剂	黏度(20 °C, cP)	黏度(5 °C, cP)
AEO-9	840	2180(不稳定)
TERGITOL™ AEL-2450 N	475	1132
TERGITOL™ AEL-6880 NL	455	1120
C8支链醇烷氧基化物	479	1530
C10支链醇烷氧基化物	470(不稳定)	NA

通常情况下，为确保浓缩型洗衣液或洗衣凝珠具备较低黏度及优异的快速溶解性能，配方中常需添加一定量的丙二醇等溶剂^[6,7]。然而，溶剂的引入往往不能带来明显的额外的清洁力，却可能带来气味及挥发性有机化合物(VOC)等相关问题。前述实验结果已证明，TERGITOL™ AEL-2450 N 与 TERGITOL™ AEL-6880 NL 的引入可有效降低体系黏度，因此，有必要探讨其是否能够间接减少溶剂的使用量并同时保证快速溶解性和清洁力。为验证上述假设，在保证配方中除溶剂外其他组分间的比例不变的前提下，本文系统研究了降低丙二醇用量对体系性能的影响，具体配方信息见表5。本实验将丙二醇添加量由 20% 逐步递减至 5%，同时调整其他成分添加量对减少的溶剂量进行同比替代，从而获得多组配方方案。各配方的溶解性和去污能力见图5与图6。

如图5所示，本实验选用市售凝珠作为对照组，其在室温下的溶解时间为 260 s（详见测试方法 1.2.5），作为本实验目标溶解时间。凡溶解时间等于或短于该值的配方均被认定为性能较优。从图5的数据可见，在将 C10 支链醇烷氧基化物表面活性剂与传统表面活性剂 AEO-9 以 1:1 比例复配后，即使逐步增加丙二醇添加量（从 5% 至 8%、10%、15%、20%），各配方的溶解速率仍然未达到市售凝珠的水平，均大于 260 s。值得注意的是，当丙二醇添加量低于 20% 时（如 15%、10%、8%、5%），配方在溶解过程中均出现凝胶阶段。随着水含量的增加及搅拌时间的延长，配方虽可最终完全溶解，但整体溶解时间明显延长。当配方中仅使用 C10 支链醇烷氧基化物表面活性剂并添加 5% 丙二醇时，溶解过程中依然存在凝胶阶段，总溶解时间约为 310 s。相较之下，采用 TERGITOL™ AEL-2450 N 作为非离子表面活性剂并搭配 8% 丙二醇，可获得与市售凝珠接近的溶解时间且无凝胶发生。若采用 TERGITOL™ AEL-6880 NL，仅需添加 5% 丙二醇，即可获得与市售凝珠相近的溶解时间（约 280 s），同时溶解过程中无凝胶现象出现。实验结果表明，在超浓缩洗衣液体系中，

TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL的应用在减少溶剂用量提升配方环保性的同时，还能实现与市售凝珠相当的快速溶解性能。

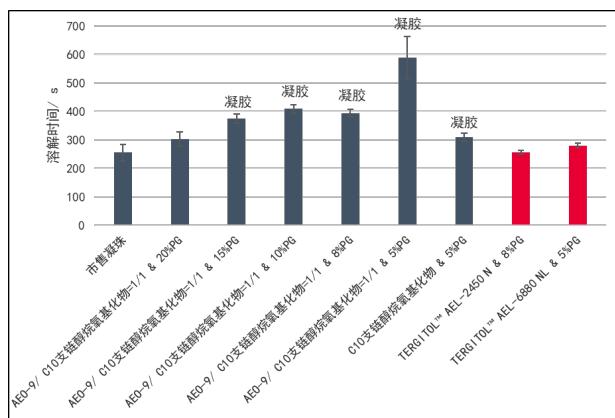


图5 不同超浓缩配方的溶解速度对比

去污能力作为洗衣液配方最核心和最基本的性能指标，也是本研究重点探讨的内容之一。本研究通过调整非离子表面活性剂类型及丙二醇添加量，对多种超浓缩洗衣液配方进行了立式去污仪测试与对比分析。如图6实验结果显示，AEO-9与C10支链醇烷氧基化物表面活性剂以1:1复配，并结合不同剂量丙二醇时，其去污率基本稳定在13%左右。相比之下，单独使用C10支链醇烷氧基化物表面活性剂并添加5%丙二醇，配方去污率下降至12%，低于复配方案。当采用TERGITOL™ AEL-2450 N作为主清洗表面活性剂并联合8%丙二醇后，去污力显著提高至16%；而使用TERGITOL™ AEL-6880 NL与5%丙二醇搭配时，去污率进一步提升至17%。在相同丙二醇含量下，TERGITOL™ AEL-2450 N组的去污率高于AEO-9与C10支链醇烷氧基化物表面活性剂1:1混合组（8%丙二醇时，从13%增至16%），TERGITOL™ AEL-6880 NL组无论与前述任何组比较，在5%丙二醇条件下均实现了明显的性能提升。

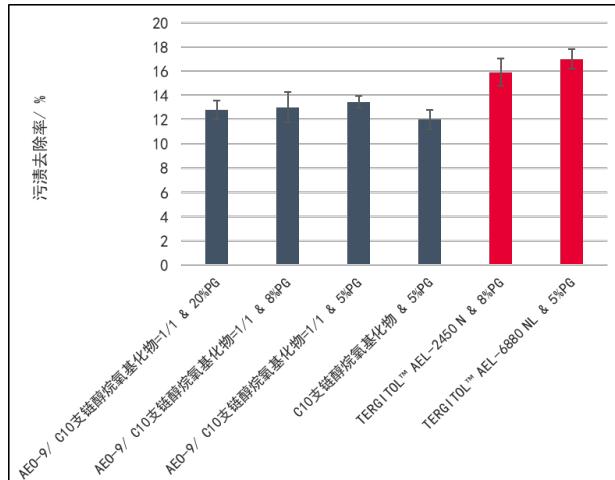


图6 不同超浓缩配方的去污力对比

综上所述，TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL不仅有助于改善配方溶解性和降低溶剂用量，同时能够有效增强去污性能，为新一代超浓缩洗衣液配方的研发提供理论支持和创新方向。

3. 结论

本研究通过系统的实验分析，验证了TERGITOL™ AEL-2450 N与TERGITOL™ AEL-6880 NL这两款非离子表面活性剂凭借其优异的去污能力、良好的低温清洁效果、出色的配方兼容性及优异的抗污垢再沉积性能，在黏度调控及配方稳定方面表现突出，为浓缩洗衣液的配方开发提供了高效且环保的解决方案；此外，他们具有良好的可快速生物降解性，提供了良好的产品安全性。

未来，这类表面活性剂预计将在智能家居、商业清洗及家居护理等领域展现更广阔的应用前景。总体而言，该系列非离子表面活性剂结合了高性能与可持续发展的优势，不仅推动了行业技术进步，也为实现低碳环保目标提供了有力支持。其综合性能使其成为现代家居清洁用品领域的理想原料选择。

参考文献

- [1] 日化智云 .2024年家居清洁品类市场概况及2025年消费者洞察、新品趋势报告 [EB/OL].(2025-03-31)[2025-09-15]<https://www.vz-koo.com/document/202504099e4251f65d507c408cd499d8.html>.
- [2] 中研网 .中国洗衣液行业：2025将迎来浓缩化、智能化、绿色化的转型机遇期 [EB/OL].(2025-04-22)[2025-09-15]<https://www.chinairn.com/hyzx/20250422/181735678.shtml>.
- [3] 广东优凯科技有限公司 .一种稳定的浓缩型液体洗涤剂组合物及其制备方法和洗衣凝珠 [P]: CN112812897A.(2021-05-18).
- [4] Delgado, E., Escudero, R., Osset, M., et al. Comunicaciones presentadas a las XL Jornadas del Comité Español de la Detergencia[J]. Barcelona: Comité Español de la Detergencia, Tensioactivos y Afines (CED), 2011.
- [5] 汪传新 ,张威 ,王丰收 .改性油脂乙氧基化物为基础的浓缩液体洗涤剂 [J].应用化工 ,2020,49(8):100–103;
- [6] 刘英 ,孙莲莲 ,滕伟林 .关于洗衣液浓缩化的探讨 [J].中国洗涤用品工业 ,2014,2:37–40;
- [7] 广东优凯科技有限公司 .一种稳定的高含水量浓缩洗衣液组合物及其应用 [P]: CN115537273A, (2022-12-30).

AEL Nonionic Surfactant Technology: Revolutionizing Laundry with Superior Cleaning

Wang Nan, Zhang Yang, Shen Cheng

(Dow Chemical (China) Investment Co., Ltd. Shanghai 201203 China)

Abstract : In recent years, the household cleaning industry has been rapidly evolving towards concentrated detergent, presenting significant technical challenges in viscosity control and gel inhibition within formulations. To address these industry challenges, this paper systematically analyzes the application performance of two newly launched nonionic surfactants by Dow—TERGITOL™ TERGITOL™ AEL-2450 N and TERGITOL™ TERGITOL™ AEL-6880 NL—in concentrated laundry liquids and laundry pods as substitutes for traditional fatty alcohol ethoxylates or isomeric alcohol alkoxylates. Research results demonstrate that both surfactants exhibit excellent formulation compatibility, meeting the demands of advanced multifunctional blends while significantly enhancing overall cleaning efficacy, particularly in the removal of sebum stains. Furthermore, these surfactants substantially reduce the viscosity of concentrated systems, effectively inhibit gel formation, and minimize redeposition of soil during the washing process, thereby helping to maintain the whiteness of the fabric.

Keywords : concentration; condensation droplets; viscosity control; gel inhibition

