

《发泡型洗面奶清洁性能评价指南》征求意见稿编制说明

目录

1. 工作简况	3
1.1 制定背景.....	3
1.2 主要工作过程.....	3
1.3 主要参加单位和工作组成员等.....	3
2. 标准编制原则和主要内容	4
2.1 标准编制原则.....	4
2.2 术语和定义.....	4
2.3 实验材料和仪器.....	4
2.4 实验参数的选择和优化.....	5
2.4.1 主要技术路线.....	5
2.4.2 实验样品和参数的确定.....	6
2.5 统计学方法.....	8
2.5.1 污垢 1 清除率测试.....	8
2.5.2 污垢 2 清洁率计算.....	9
2.5.3 TEWL 值变化率.....	9
2.5.4 数据处理及分析.....	9
2.6 实验结果.....	9
2.6.1 皮肤经皮水分流失测试结果.....	9
2.6.2 清洁能力测试结果.....	11
2.7 解决的主要问题.....	13
3. 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益	14
3.1 验证试验和综述报告.....	14
3.1.1 验证实验标品信息.....	14
3.1.2 验证结果.....	14
3.1.3 综述报告.....	18
3.2 预期的社会效益.....	18

1. 工作简况

1.1 制定背景

皮肤污垢由皮脂膜、外界灰尘、化妆品残留、脱落的角质层细胞残渣共同组成，这些污垢在空气的作用下会发生氧化反应。皮肤上的微生物和酶会加速污垢的氧化分解，使得皮肤暗淡、没有光泽且有酸败的臭味。对于长期裸露且皮脂腺活跃的脸部皮肤，这个过程会更为明显。

传统的皂基洗面奶因其去污力较强，极易造成“清洁过度”，引起皮肤干涩、紧绷、瘙痒等症状，使皮肤屏障功能受损；氨基酸表面活性剂拥有刺激性低、发泡力强、绿色环保等优点，是脂肪酸皂的优良替代品。脸部皮肤的类型、特点和功效诉求决定我们需要一款清洁力适中、低刺激性的洗面奶，在保持脸部清洁的同时维持皮肤健康的状态。但目前化妆品中关于发泡型洗面奶清洁性能评价还未有相应的团体标准，因此研究相关的评价方法是十分有必要的。希望通过本项目的研究，建立化妆品中发泡型洗面奶清洁性能评价的团体标准，为主管部门对化妆品的监管提供必要的技术支持。

本研究将会采取人体法测定皮肤色泽（ L^* 值）、皮肤油脂含量等参数来衡量清洁产品的清洁能力；皮肤经皮失水率来衡量清洁产品对皮肤屏障的影响，以期建立一种科学、客观的清洁能力评价方法体系，来帮助消费者更好地去选择一种适合自己的清洁产品，减少因“过度清洁”和清洁不彻底造成对皮肤的危害。

1.2 主要工作过程

起草阶段：2024年6月15日，项目承担单位组建了标准编制工作小组，查询、收集和认真研究国内外标准及相关资料，并结合实验室的条件、化妆品基质特性和方法技术特点，初步设计实验方案。2024年8月15日-2024年11月15日，进行实验研究工作，优化确定仪器检测条件，优化确定不同基质化妆品产品的卸妆条件，考察和论证方法的准确性。2024年12月1日，组织单位进行方法验证；于2025年2月28日完成并提交标准征求意见稿和编制说明。

1.3 主要参加单位和工作组成员等

本标准由广州极男化妆品有限公司、江西初华化妆品有限公司，广东巴薇生物科技股份有限公司、上海宏度精细化工有限公司、广州宏度精细化工有限公司、广州蛋壳网络科技有限公司、上海应用技术大学、上海东方美谷产业研究院、上海市奉贤中心医院等负责联合起草。

本标准主要起草人：蔡彬弟、赵翔宇、戴丽华、赵晓刚、李适炜、刘瑞学、姜宽宏、顾飞燕、李承勇、周姝、许泽楷、李维兴、张青、张婉萍、彭常梅、孙振亮、诸海英、吴承志。

所做的工作：所有单位一起组建立了标准编制工作小组，查询、收集和研究国内外标准及相关资料，并结合实验室的条件、化妆品基质特性和方法技术特点设计了实验方案；广州极男化妆品有限公司、广州宏度精细化工有限公司、上海东方美谷产业研究院和上海应用技术大学进行了实验研究工作，优化确定仪器检测条件，考察和论证方法的准确性；广州宏度精细化工有限公司提供了测试所用的所有表面活性剂标品；上海市奉贤中心医院进行了方法的验证；所有单位一起进行了数据的多次谈论并参与最终编制说明和团标的撰写工作。

2. 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

本标准的编制原则是既参考国外的最新方法技术，又考虑国内现有检测机构的检测能力和实际情况，确保方法标准的科学性、先进性、可行性和可操作性。遵循 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》和 GB/T 20001.4-2015 《标准编写规则 第 4 部分：试验方法标准》的编写规则；参考了国标 GB/T 35914-2018 《卸妆油（液、乳、膏、霜）》，GB/T 13531.1 化妆品通用检验方法：pH 值的测定；GB/T 29680 化妆品中丙烯酰胺的测定；ISO 22716 化妆品良好生产规范（GMP）。

2.2 术语和定义

（1）**发泡型洗面奶**：II 型发泡型洗面奶属于化妆品类别，通过表面活性剂的作用产生丰富泡沫，帮助去除污垢、油脂和彩妆。

（2）**经皮水分散失（Trans Epidermal Water Loss, TEWL）**：TEWL 值表示单位时间内通过皮肤表皮散失的水分量，通常以克/平方米/小时（g/m²/h）为单位。

（3）**CIELAB 体系**：CIELAB 体系（也称为 CIE Lab*）是一种用于描述颜色的国际标准化色彩空间，由国际照明委员会（CIE）于 1976 年制定，广泛应用于颜色测量和管理。CIELAB（或 CIE L*a*b*）系统是一个由 3 个轴组成的三维颜色空间，L*轴是灰度，数值从 0（黑色）到 100（白色），L*的数值与个体色素沉着水平相关，其中 L+值代表皮肤的亮度，值越大，颜色越偏向白色，反之偏向黑色；a*是红-绿轴，a*的正、负分别代表红色和绿色；b*是黄-蓝轴，b*的正、负分别代表黄色和蓝色。

2.3 实验材料和仪器

表 2.1 实验材料

材料名称	规格/型号
市售产品-洗面奶（ZJ1）	180 mL
市售产品-洗面奶（ZJ2）	150 g

市售产品-洗面奶 (ZJ3)	125 mL
市售产品-洗面奶 (AA1)	120 mL
市售产品-洗面奶 (AA2)	100g
市售产品-洗面奶 (AA3)	200 mL
AES (月桂醇聚醚硫酸酯钠) (2 个 EO)	pH=7
聚季铵盐-43	pH=7
吐温-28	pH=7
K12 (十二烷基硫酸钠)	pH=7
烷基葡糖苷	pH=7
棕榈酸钾	pH=8
月桂酰甘氨酸钾	pH=8

表 2.2 实验仪器

仪器名称	型号	生产商	国家
皮肤水分流失测试仪	Tewameter TM 300	CK	德国
皮肤油脂测试仪	Sebumeter® Cartridge	CK	德国
皮肤色度 (Lab) 测试仪	CR-400	KONICA MINOLTA	日本

2.4 实验参数的选择和优化

2.4.1 主要技术路线

2.4.1.1 洗面奶清洁能力测试

分别称取 6 款洁面乳 15 g, 放入盛有 85 mL 除去 CO₂ 的去离子水的小烧杯中, 在 45℃ 恒温水浴中搅拌均匀, 配置成 15% (w/t) 浓度的洗面奶溶液, 静置待泡沫完全消散后使用。招募 35 名以上的志愿者, 洗净手臂, 恒温恒湿环境下静坐 30 min。在左臂和右臂内侧分别画 4 个 2 cm×2 cm 的正方形方框, 并用色差仪测试空白皮肤的 L*值, 油脂测试仪测定空白皮肤的油脂含量。向方框中分别涂抹 150~250 μg 含 (10% wt 含铁浆) 和 400~450 μg 不含铁浆的人造皮脂, 静坐 30 min, 待人造皮脂成膜后分别测定 L*值和油脂含量。接着在左、右两手臂方框中分别加入 40 μL 稀释后的氨基酸和皂基洗面奶溶液并借助耐摩擦试验机施以 100 g 的砝码来回摩擦 10 次清除人造皮脂。最后用清水冲洗手臂, 擦干, 用色差仪和油脂测试仪分别测定皮肤的 L*值和油脂含量。

2.4.1.2 洗面奶对皮肤屏障功能影响 (TEWL 值) 的测试

分别称取 6 款洁面乳 15 g, 放入盛有 85 mL 除去 CO₂ 的去离子水的小烧杯中, 在 45℃ 恒温水浴中搅拌均匀, 配置成 15% (w/t) 浓度的洗面奶溶液, 静置待泡沫完全消散后使用。招募 180 名志愿者 (测试前一天晚上洗干净脸, 第二天早上不洗脸直接测试) 进入恒温恒湿

环境房间静坐 30 min 后测试志愿者左脸和右脸皮肤的初始 TEWL 值。接着志愿者左手用清水洗左脸,右手用 1 mL 洗面奶稀释液洗右脸,分别测试洗脸 5 min、10 min、15 min、20 min、30 min 和 60 min 后志愿者左脸和右脸皮肤的 TEWL 值。

2.4.2 实验样品和参数的确定

2.4.2.1 人造皮脂配方

人造皮脂分为两个配方，一个模拟人体皮肤的正常分泌物（污垢 1），另一个为分泌物结合了环境污染物或粉尘（污垢 2）。

表 2.3 人体皮肤的正常分泌物（污垢 1）的配方

原料名称	质量分数（%）
棕榈酸	10
硬脂酸	4
椰子油	13
蜂蜡	8
凡士林	13
橄榄油	18
角鲨烷	5
胆固醇	5
油酸	9
亚油酸	5

注：ZJ1-ZJ3 代表皂基型洗面奶，AA1-AA3 代表氨基酸型洗面奶。

表 2.4 正常分泌物与环境污染物或粉尘的结合物（污垢 2）的配方

原料名称	质量分数（%）	占比（%）
棕榈酸	10	90
硬脂酸	4	
椰子油	13	
蜂蜡	8	
凡士林	13	
橄榄油	18	
角鲨烷	5	
胆固醇	5	
油酸	9	
亚油酸	5	
铁浆		10

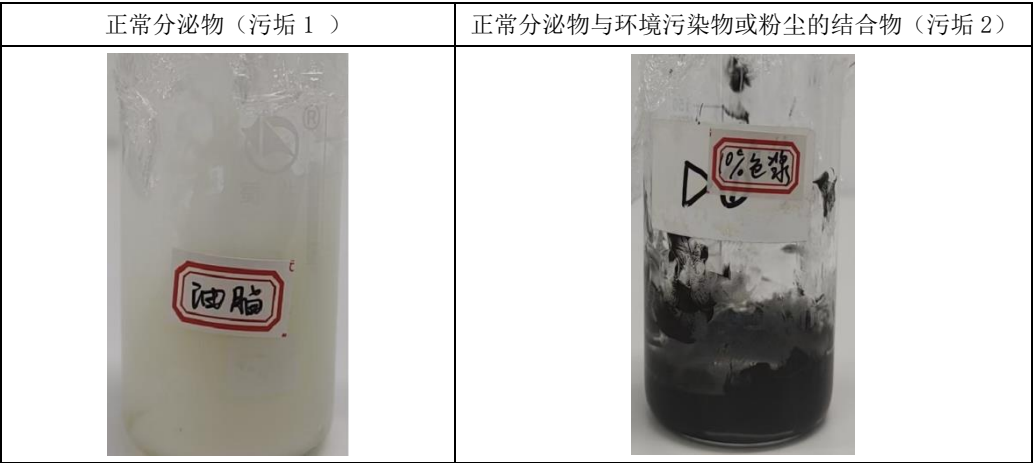


图 1. 人造皮脂

2.4.2.2 最终测定的参数

皮肤油脂含量基于油斑光度计原理测定，将 0.1mm 的特殊消光胶带贴压在皮肤上，吸收人体皮肤上的油脂后，胶带会变成一种半透明的胶带，随之透光量也会发生相应的变化，故其透明度与油脂的量成比例，吸收的油脂越多，透光量越大，通过测定透光量从而测得皮肤油脂含量。人造皮脂（配方 1）附着于皮肤前后，皮肤表层的油脂含量发生明显的变化，因此，可以通过测得的油脂含量来衡量洗面奶的清洁能力。

皮肤颜色是评估皮肤不同性质和状况时常用的一个参数，它主要取决于色素含量、照明光线的光谱及皮肤表面特性。 L^* 轴是灰度，数值从 0（黑色）到 100（白色）， L^* 的数值与个体色素沉着水平相关，其中 L^+ 值代表皮肤的亮度，值越大，颜色越偏向白色，反之偏向黑色。人造皮脂（配方 2）附着于皮肤前后，其颜色会发生明显的变化。因此，最终确定用色泽（ $L^*a^*b^*$ 值）的变化量来作为衡量清洁能力的参数。

经皮水分散失（Trans Epidermal Water Loss, TEWL）是反映角质层屏障功能的常用指标。TEWL 值能表明角质层水分散失的情况，可反映皮肤角质层的保水能力。因此使用 TEWL 值的变化率来评估使用洗面奶后对皮肤屏障的影响。

测试指标及其含义见表 2.5。

表 2.5 测试指标含义

测试分类	测试指标	指标含义	结果分析
清洁能力测试	皮肤 L^* 值	皮肤颜色	数值越大、皮肤越白
	皮肤油脂含量	皮肤油脂含量	数值越大，皮肤油脂含量越高
皮肤屏障影响	TEWL	经皮失水率	经皮失水越小，对皮肤屏障的影响越小

2.4.2.3 清洁参数的确认

实验初期我们分别考察了猪皮、人造皮革和硅胶头对人造皮脂的清洁率，发现猪皮在摩

擦的过程中容易变形（甚至脱落），从而对实验结果造成较大误差；在相同的压力下，人造皮革与硅胶头相比摩擦更小，与空白对照的差异性不大，故而最终选择用硅胶头作为摩擦头的材质。

紧接着我们对砝码的重量（接触面压力）进行了探索。通过前期多次实验我们最终选择市售产品 ZJ3、AA3 和蒸馏水对污垢 1 和污垢 2 的清洁力进行了测定，从而确定最终的清洁参数。

表 2.6 不同参数下的市售产品（ZJ3 和 AA3 的清除率大小

污垢 清除率 洗面奶	人造皮脂 1（污垢 1）			人造皮脂 2（污垢 2）		
	砝码 50g	砝码 100g	砝码 150g	砝码 50g	砝码 100g	砝码 150g
ZJ3	45.78%	73.99%	79.63%	48.17%	78.89%	80.23%
AA3	40.23%	62.16%	75.79%	46.55%	69.31%	78.28%
蒸馏水	29.52%	29.07%	35.42%	25.09%	23.46%	39.16%

因此，结合国内外现阶段的报道（接触面压强的范围 6.80-16.0g/cm²）和我们的实验结果（11.49g/cm²），最终选择砝码的重量为 100g，摩擦 10 次为我们清洁污垢的参数。

2.4.2.4 实验各状态

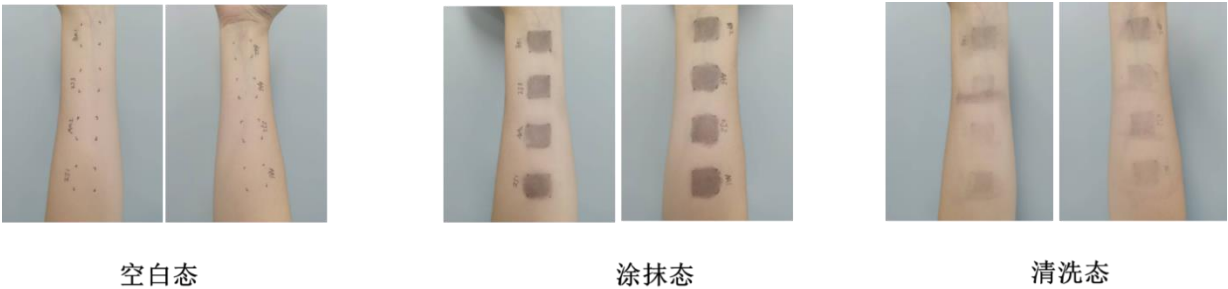


图 2. 实验各个状态

2.5 统计学方法

2.5.1 污垢 1 清除率测试

我们采用 Baumann 皮肤分型系统对志愿者皮肤类型进行分类，并选择符合要求的 35 名志愿者，以手臂框选的固定部位作为测试区域，在 22℃ 的环境中，采用皮肤油脂测试仪，测定手臂内侧的油脂含量，按下式计算油脂清除率，评价相同浓度不同种类表面活性剂溶液的去油效果：

$$\text{油脂清除率} = \frac{O_2 - O_3}{O_2 - O_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中，O₁ 为空白态的油脂含量，O₂ 为涂抹污垢 2 后的油脂含量，O₃ 为清洁态的油脂含

量。

2.5.2 污垢 2 清洁率计算

我们基于 Fitzpatrick 皮肤光型分类系统选择 35 名志愿者（I-VI 型的志愿者均有），以手臂框选的固定部位作为测试区域，在 22℃ 的环境中，采用皮肤色差 Lab 测试仪，测定手臂内侧的 L* 值，使用平均值来计算清洁因子（CF），以评价相同浓度不同种类表面活性剂溶液对结合了环境污染或粉尘的分泌物的清除效率：

$$CF = \frac{L_3 - L_2}{L_1 - L_2} \times 100\% \quad (2)$$

式中，L₁ 为空白态的 L* 值，L₂ 为涂抹污垢 2 后的 L* 值，L₃ 为清洁态的 L* 值。

2.5.3 TEWL 值变化率

我们选取 180 名志愿者，以左右面部颧骨区域作为测试区域，在 22℃ 的环境中，采用 TEWL 测试仪，测定面部的 TEWL 值，分别计算用表面活性剂（K12）和吐温-28（TW-28）清洗前后 TEWL 值的平均变化率，对比涂抹相同浓度不同种类表面活性剂溶液对皮肤 TEWL 值的影响：

$$\text{TEWL 值的变化率} = \frac{T_n(\text{TEWL 值}) - T_0(\text{TEWL 值})}{T_0(\text{TEWL 值})} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

T₀(TEWL 值)——TEWL 初始值；

T_n(TEWL 值)——不同测量时间点的 TEWL 值。

2.5.4 数据处理及分析

试验结果采用 SPSS Statistics 27.0 和 GraphPad Prism 8 软件进行相关的统计分析，其中使用样品后的变化率 = (清洗后数值 - 清洗前数值) / 清洗前数值 × 100%。图表中的数据表述形式为 Mean ± SEM。首先对数据进行描述性统计，并采用 Anderson-Darling test 对数据进行正态分布检验，若 P > 0.05，数据呈正态分布，则使用重复测量单因素方差分析及 Dunnett's 多重比较检验（事后检验）进行分析；如数据 P < 0.05，数据呈非正态分布，则使用 Friedman 检验及 Dunn's 多重比较检验（事后检验）进行分析。对受试者使用样品前不同组之间参数进行 unpaired t 检验进行分析。对受试者使用样品后各时间点参数的变化率进行 t 检验，数据呈正态分布，则使用 Paired t 检验进行分析，数据呈非正态分布，则使用 Wilcoxon 检验进行分析。检验显著性差异水平取 α = 0.05，P < 0.05 时，结果判断为有显著性差异。

2.6 实验结果

2.6.1 皮肤经皮水分流失测试结果

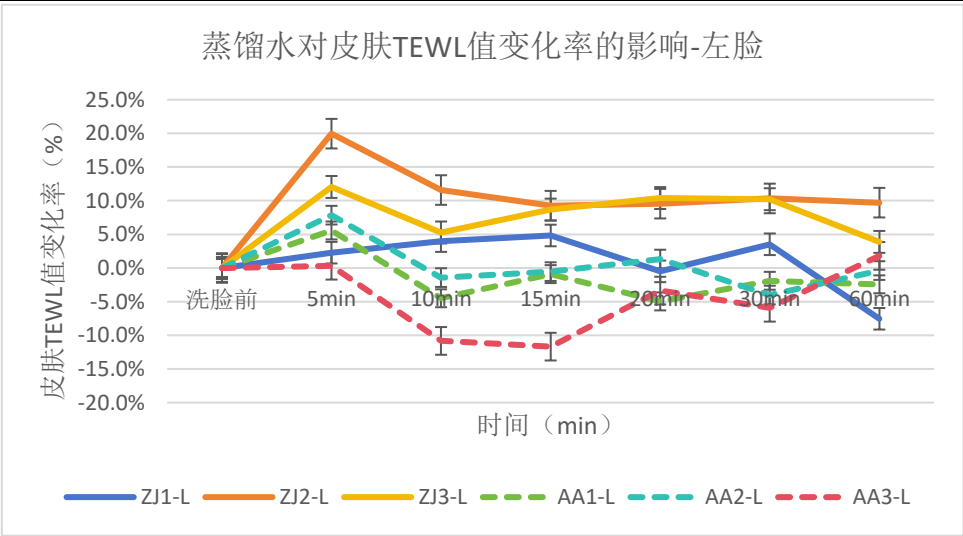
6 款市售洗面奶清洗面部皮肤后皮肤经皮水分流失的测试结果见表 2.6 和图 3。与洗脸前相比，在洗脸后 5 min 到 10 min TEWL 先增加后减少，随着时间的增加，氨基酸组志愿者 TEWL 逐渐减小后持平，而皂基组志愿者面部 TEWL 整体呈上升趋势；TEWL 值变化率

为 ZJ2>AA2>ZJ3>ZJ1>AA1>AA3。

与蒸馏水组相比，洗脸后 1h 内，皂基组志愿者 TEWL 增加量高于氨基酸组，而蒸馏水组 TEWL 值基本稳定。

表 2.6 不同洗面奶（蒸馏水）清洗面部前后皮肤 TEWL 值的变化率

	洗脸前	5min	10min	15min	20min	30min	60min
ZJ-1-L	0.00%	2.28%	4.00%	4.83%	-0.50%	3.53%	-7.54%
ZJ-2-L	0.00%	19.96%	11.58%	9.26%	9.56%	10.33%	9.71%
ZJ-3-L	0.00%	12.04%	5.28%	8.68%	10.39%	10.22%	3.88%
AA-1-L	0.00%	5.57%	-4.50%	-0.91%	-4.97%	-1.90%	-2.43%
AA-2-L	0.00%	7.85%	-1.42%	-0.54%	1.33%	-4.02%	-0.38%
AA-3-L	0.00%	0.34%	-10.84%	-11.68%	-3.36%	-5.91%	1.80%
ZJ-1-R	0.00%	13.20%	7.95%	8.41%	7.76%	6.94%	-2.65%
ZJ-2-R	0.00%	26.39%	12.13%	11.64%	14.46%	11.15%	10.54%
ZJ-3-R	0.00%	13.62%	12.67%	10.64%	5.83%	5.23%	6.87%
AA-1-R	0.00%	3.54%	5.32%	1.90%	-2.14%	0.81%	-0.28%
AA-2-R	0.00%	12.79%	12.96%	8.62%	8.95%	9.85%	9.05%
AA-3-R	0.00%	-0.23%	-0.39%	0.45%	5.78%	0.91%	-1.01%



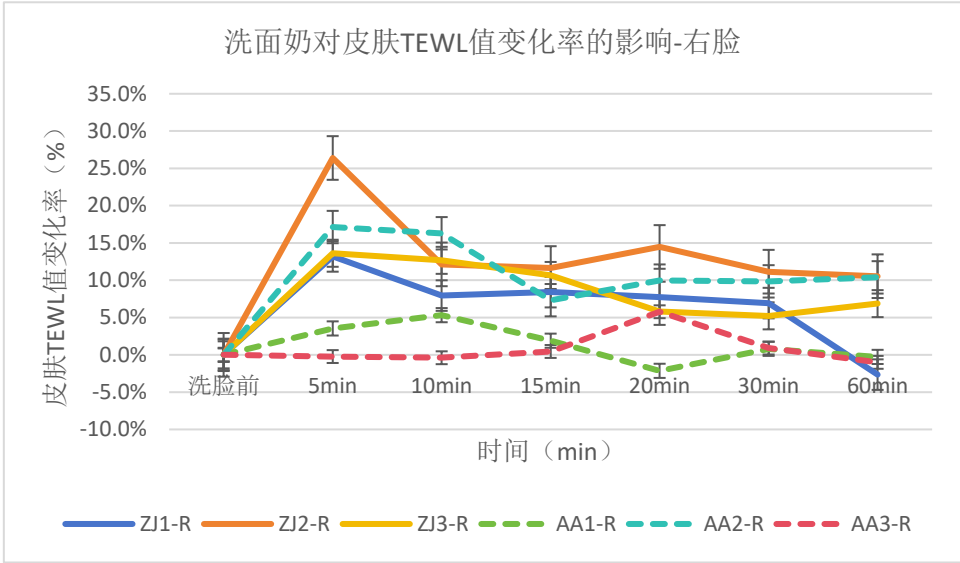


图 3. TEWL 变化率随时间的变化

2.6.2 清洁能力测试结果

2.6.2.1 皮肤亮度（L*值）

皮肤亮度指标（L*值）的测试结果见表 2.7 和图 4。样品组（ZJ1、AA2、ZJ3、AA1、ZJ2、AA3）及空白组（BK1、BK2）的空白态与涂抹态相比，L*值均有显著性差异（ $P<0.05$ ），说明环境灰尘模拟成功。此外，样品组的涂抹态与清洗态相比，L*值均有显著性差异（ $P<0.05$ ），而空白组涂抹态与清洗态 L*值没有显著性差异，说明样品可以清洗掉污垢 2 蒸馏水对污垢 2 清洗不干净。

表 2.7 皮肤亮度（L*值）变化率测试结果

样品	状态	Significant	变化率
ZJ1	空白态 vs.涂抹态	Yes	-22.44%
	涂抹态 vs.清洗态	Yes	15.86%
AA2	空白态 vs.涂抹态	Yes	-22.78%
	涂抹态 vs.清洗态	Yes	17.31%
ZJ3	空白态 vs.涂抹态	Yes	-23.20%
	涂抹态 vs.清洗态	Yes	18.53%
BK1	空白态 vs.涂抹态	Yes	-22.13%
	涂抹态 vs.清洗态	no	4.76%
AA1	空白态 vs.涂抹态	Yes	-23.36%
	涂抹态 vs.清洗态	Yes	17.45%
ZJ2	空白态 vs.涂抹态	Yes	-23.14%
	涂抹态 vs.清洗态	Yes	15.82%

AA3	空白态 vs.涂抹态	Yes	-23.56%
	涂抹态 vs.清洗态	Yes	16.16%
BK2	空白态 vs.涂抹态	Yes	-23.06%
	涂抹态 vs.清洗态	no	3.74%

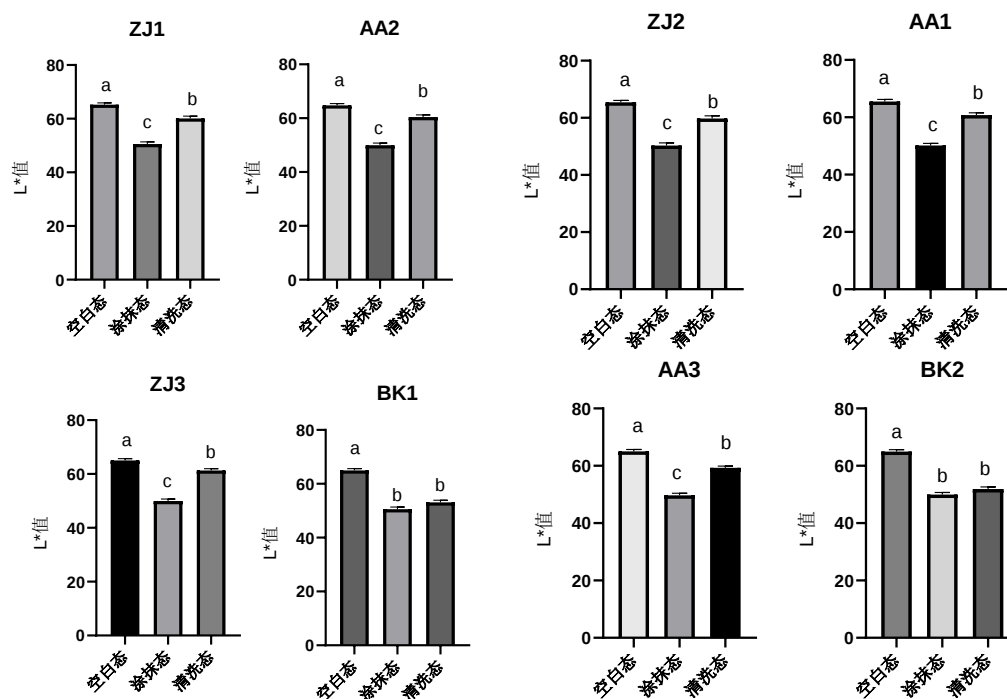


图 4. 皮肤亮度 (L*值) 变化率测试结果
其中 a>b>c, $P<0.05$

2.6.2.2 皮肤油脂含量

油脂含量的测试结果见表 2.8 和图 5。样品组 (ZJ1、AA2、ZJ3、AA1、ZJ2、AA3) 及空白组 (BK1、BK2) 的空白态与涂抹态相比, 油脂含量均有显著性差异 ($P<0.05$), 说明自然分泌物模拟成功。样品组的涂抹态 vs 清洗态油脂含量减少 60%以上, 而空白组涂抹态 vs 清洗油脂减少量为 21.99%, 两者之间有显著性的差异 ($P<0.05$)。

表 2.8 皮肤油脂含量测试结果

样品 状态	ZJ1	ZJ2	ZJ3	BK1	AA1	AA2	AA3	BK2
空白态	6.49±2.60	6.20±2.96	6.37±2.62	5.78±2.45	6.37±2.54	6.48±2.89	6.22±2.66	6.06±2.86
涂抹态	247.04± 5.27	245.96± 28.69	253.07± 31.51	259.18± 21.76	255.79± 26.09	251.14± 28.16	248.93± 29.65	252.04± 8.21
清洗态	69.68±25.26	81.96±40.70	73.57±31.69	188.29±28.12	82.04±24.90	75.54±30.54	88.9±39.46	186.1±34.79

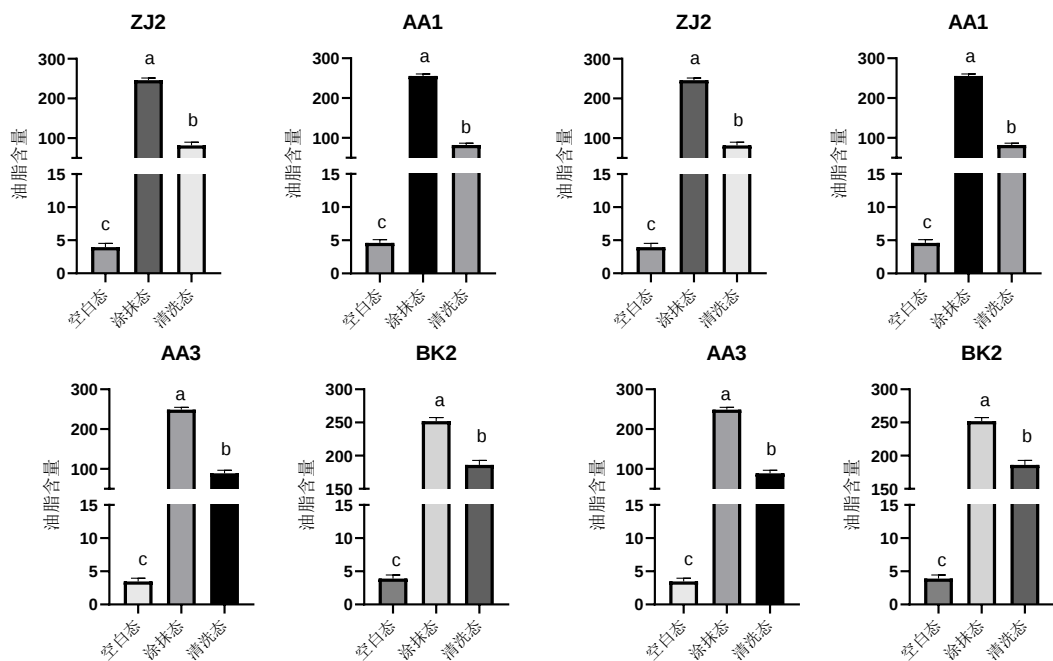


图 5. 皮肤油脂含量变化率的测试结果
其中 $a>b>c$, $P<0.05$

2.6.2.3 市售洗面奶清洁力的对比结果

6 款市售洗面奶对 2 款人造皮脂的清洁率结果见表 2.9。其中，铁黑和油脂清除率大小均为: $ZJ3>AA2>AA1>ZJ1>ZJ2>AA3>BK$ ，且样品组与空白组之间有显著性差异 ($P<0.05$)，说明我们的方法具有很好的重复性。

表 2.9 六款洗面奶（蒸馏水）对人造皮脂的清除率

样品 清除率	ZJ3	AA2	AA1	ZJ1	ZJ2	AA3	BK1	BK2
污垢 2 清除率	76.61% ^a	74.17% ^a	73.26% ^a	73.18% ^a	71.45% ^a	67.60% ^a	24.62% ^b	23.65% ^b
污垢 1 清除率	74.92% ^a	70.57% ^a	68.66% ^a	64.62% ^a	62.62% ^a	61.97% ^a	29.10% ^b	27.87% ^b

注: a, b 表示具有显著性差异, 其中 $a>b$, $P<0.05$ 。

2.7 解决的主要问题

本研究针对清洁产品建立了一种科学、客观的清洁性能评价方法体系，不仅可以帮助消费者更好地选择一种适合自己的清洁产品，减少清洁产品“过度清洁”以及“深层清洁”对皮肤带来不必要的刺激性，而且对于推动清洁产品行业高质量发展具有重要意义。主要解决的问题有：

(1) 确定了人体法测定清洁产品清洁能力的参数与衡量清洁产品对皮肤屏障影响的参数；

(2) 完成了方法学的考察，包括方法稳定性和重复性；

(3) 完成了方法的适用性试验，对市售的清洁产品进行了检测。

3. 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

3.1 验证试验和综述报告

我们对市面上常见的表面活性剂（包括阴离子表活、阳离子表活和非离子表活）进行两两组合（一个强清洁力表活和弱清洁力表活），并对其清洁能力和对面部皮肤经皮水分散失进行了测定，这将为我们的团标方法的验证提供更有力的说服力。同时邀请上海奉贤中心医院对本标准方法的稳定性和重复性进行了验证。

3.1.1 验证实验标品信息

验证试验标品信息见表 3.1。

表 3.1 验证标品

编号	清洁力强	清洁力弱
组合一	3% AES（月桂醇聚醚硫酸酯钠）pH=7（2 个 EO）	3% 聚季铵盐-43 pH=7
组合二	3% K12（十二烷基硫酸钠）pH=7	3% 吐温-28（pH=7）
组合三	3% K12（十二烷基硫酸钠）pH=7	3% 烷基葡萄糖苷（pH=7）
组合四	3% 棕榈酸钾（pH=10）	3% 棕榈酸钾（pH=8）
组合五	3% 月桂酰甘氨酸钾（pH=10）	3% 月桂酰甘氨酸钾（pH=8）

3.1.2 验证结果

3.1.2.1 内部验证结果

通过对 5 组表面活性剂标品的清洁力测定，我们发现 5 组表活清洁能力大小分别为：3% AES（月桂醇聚醚硫酸酯钠）pH=7（2 个 EO）> 3% 聚季铵盐-43（pH=7）；3% K12（十二烷基硫酸钠）pH=7 > 3% 吐温-20（pH=7）；3% 棕榈酸钾（pH=10）> 3% 棕榈酸钾（pH=8）；3% 月桂酰甘氨酸钾（pH=10）> 3% 月桂酰甘氨酸钾（pH=8）；3% K12（十二烷基硫酸钠）pH=7 > 3% 烷基葡萄糖苷（pH=7）（见表 3.2）。

经过内部验证后选择组合二（K-12 和吐温 28）邀请上海奉贤中心医院对本标准方法的稳定性和重复性进行了验证。

表 3.2 五组表面活性剂组合清洁力测试结果

样品	AES	季铵酸盐-43	吐温-28	K12	APG 818	APG 1200	APG 2000	月桂酰甘氨酸钾 (pH=8)	月桂酰甘氨酸钾 (pH=10)	棕榈酸钾 (pH=8)	棕榈酸钾 (pH=10)
清除率											
铁黑清除率 (%)	76.8 ^a	33.5 ^b	35.0 ^b	82.2 ^a	82.1 ^a	71.3 ^a	79.7 ^a	71.31 ^a	81.45 ^a	27.24 ^b	44.41 ^a
油脂清除率 (%)	66.4 ^a	36.2 ^b	15.2 ^b	67.5 ^a	57.5 ^a	51.1 ^a	28.0 ^b	55.70 ^a	61.44 ^a	34.39 ^b	54.66 ^a

注：a、b 分别表示具有显著性差异，其中 a > b, $P < 0.05$ 。

表 3.3 表面活性剂 K12 和吐温-28 对皮肤 TEWL 值变化率的影响

	洗脸前	5min	10min	15min	20min	30min	60min
吐温-28	0.00%	26.43%	20.70%	21.83%	22.55%	19.00%	30.32%
K12	0.00%	63.13%	39.77%	44.69%	46.27%	51.71%	38.89%
蒸馏水	0.00%	7.85%	-1.42%	-0.54%	1.33%	-4.02%	-0.38%

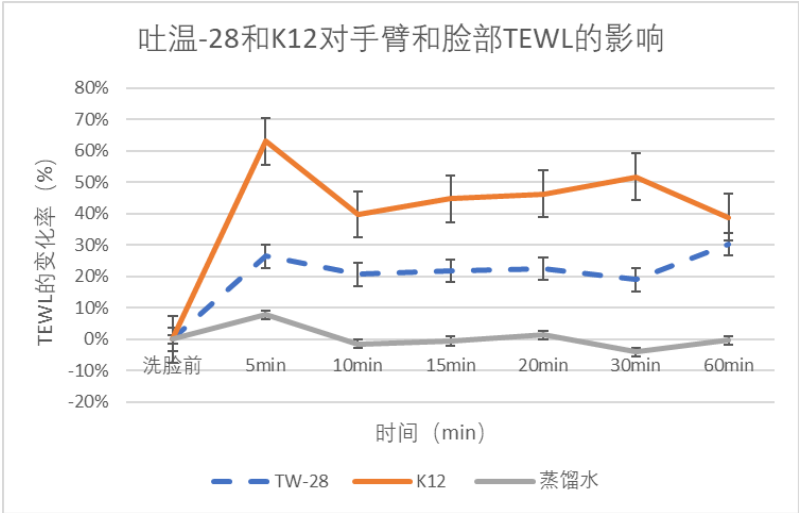


图 6. 表面活性剂吐温-28 和 K12 对脸部 TEWL 的影响

3.1.2.2 奉贤中心医院验证结果

(1) 表面活性剂K12和吐温-28对皮肤屏障的影响

表面活性剂K12和吐温-28对皮肤屏障的影响结果见表3.4及图7。由表3.3可知，用K12洗脸后的TEWL值均高于吐温，其中，在使用表活K12和吐温-28洗脸5min后，TEWL值的变化率分别为增加67.92%和19.35%，二者具有显著性差异（ $P < 0.05$ ）。与洗脸前相比，洗脸后TEWL值均是先增加后降低直至趋于平衡（见图8）。对皮肤屏障的影响而言，吐温-28 < K12，吐温-28的刺激性更小。

表 3.4 表面活性剂 K12 和吐温-28 对皮肤 TEWL 值变化率的影响

	洗脸前	5min	10min	15min	20min	30min	60min
K12	0.00%	69.72%	42.94%	27.16%	21.65%	14.31%	10.09%

吐温-28	0.00%	19.35%	16.89%	15.26%	14.08%	9.36%	6.90%
蒸馏水	0.00%	5.57%	-4.50%	-0.91%	-4.97%	-1.90%	-2.43%

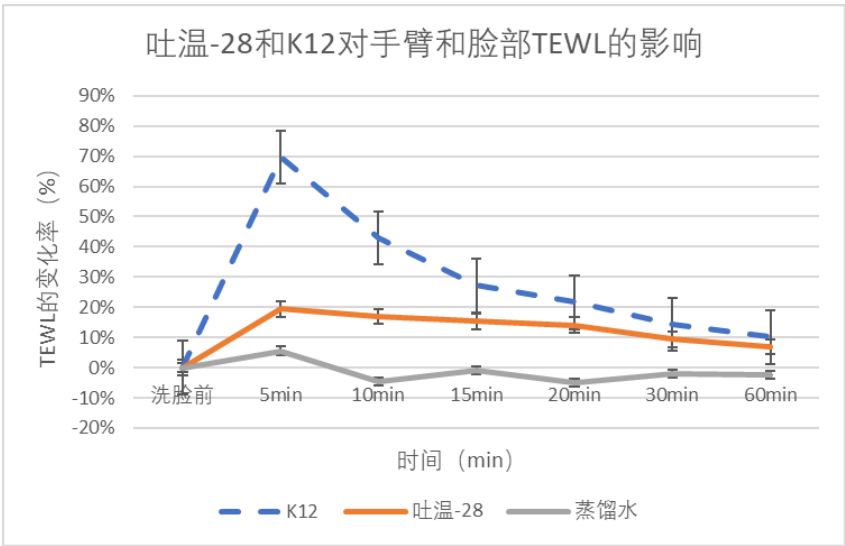


图7. 不同表面活性剂溶液对皮肤TEWL的影响

(2) 表面活性剂K12和吐温-28对油脂的清洁性能

表活K12和吐温-28溶液对人造皮脂清除的结果见表3.5和图8。通过对比涂抹态与清洗态油脂含量可以发现，使用K12清洗后油脂含量的变化率为65.59%，而使用吐温-28清洗后变化率为30.77%。通过计算的得到K12和吐温-28对人造皮脂的清除率分别为66.24%和31.56%，二者具有显著性差异（ $P<0.05$ ），说明K12对油脂的清洁性能远优于吐温-28。

表 3.5 不同状态之间油脂变化率的对比

	K12	TW-28
空白态	3.20±1.94	2.80±1.78
涂抹态	213.50±6.93	213.80±7.79
清洗态	73.40±4.18	147.70±8.15

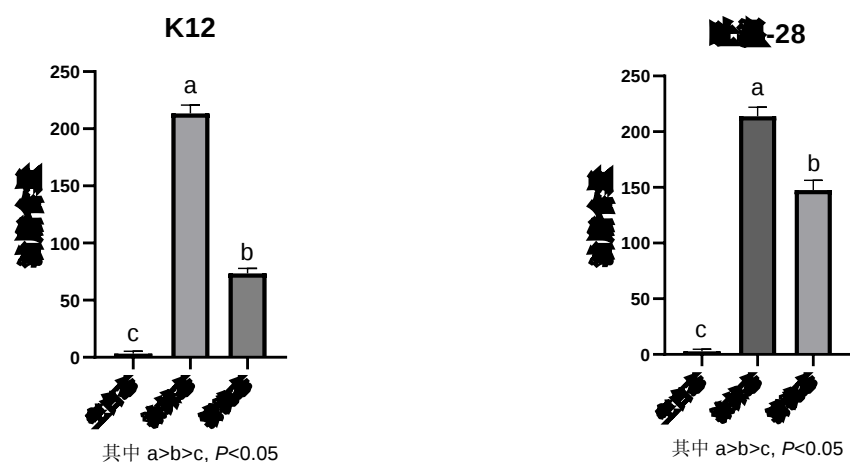


图8. 使用K12和吐温-28清洗前后皮肤油脂含量变化

其中a>b>c, $P<0.05$

(3) 表面活性剂K12和吐温-28对环境污垢的清洁性能

如图9-10和表3.6所示, 涂抹相同质量的模拟污垢, 使用相同浓度的K12和吐温-28溶液加以清除, 通过对比涂抹后和清洗后L*值的变化率, 分别为23.47%和5.45%, 通过计算得到K12和吐温-28对环境污垢的清除率分别为72.23%和16.37%, 二者具有显著性差异($P<0.05$), 说明K12对环境污垢的清洁性能优于吐温-28。

表 3.6 不同状态之间L*值变化率的对比

样品	状态	Significant	变化率
K12	空白态 vs.涂抹态	Yes	-24.42%
	涂抹态 vs.清洗态	Yes	23.47%
	空白态 vs.清洗态	Yes	-24.58%
吐温-28	涂抹态 vs.清洗态	Yes	5.46%

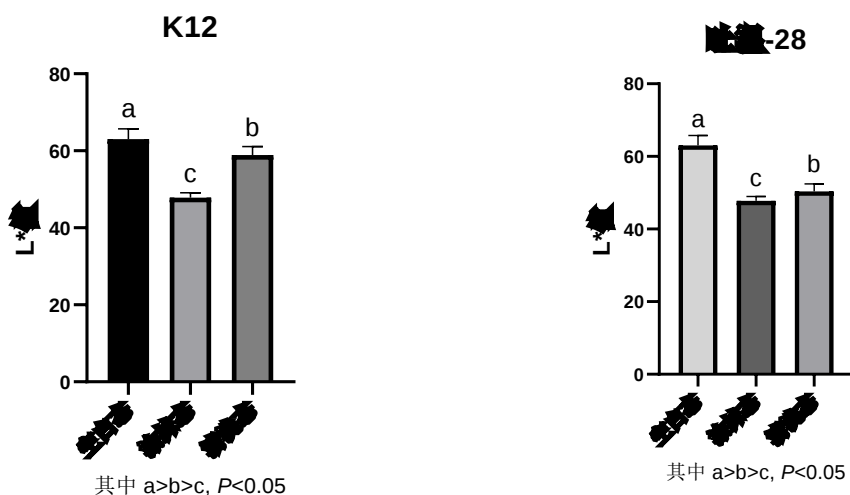


图9. 使用K12和吐温-28清洗前后皮肤L*值的变化

其中 $a>b>c$, $P<0.05$

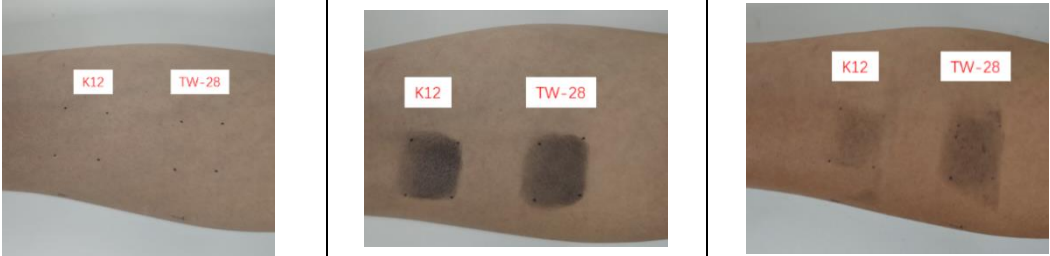
		
空白态	涂抹态	清洗态

图10. 使用K12和吐温-28清洗前后皮肤L*值的不同状态

通过比较 K12 和吐温-28 两种表面活性剂溶液对油脂和环境污垢的清洁性能以及各自对皮肤 TEWL 的影响，最终实验结果为：K12 的清洁力优于吐温-28，而吐温-28 对皮肤屏障的影响则更小。

3.1.3 综述报告

综述整个报告，我们可以发现该方法可以测定市面上几乎所有发泡性洗面奶的清洁能力并对其清洁能力大小进行对比，同时判断出该产品对皮肤屏障的影响，表明方法具有良好的准确性和重复性。

3.2 预期的社会效益

本标准一方面通过人体法测定皮肤色泽（L*值）、皮肤油脂含量两个参数来衡量清洁产品的清洁能力，另一方面通过测定皮肤经皮失水率来衡量清洁产品对皮肤屏障的影响。建立了一种科学、客观的清洁能力评价方法体系，来帮助消费者更好地去选择一种适合自己的清洁产品，减少因“过度清洁”和清洁不彻底造成对皮肤的危害。