



化妆品功效分类及其检测方法

苏州出入境检验检疫局检验检疫综合技术中心 曹倩

化妆品功效性

随着国际化妆品科技的不断发展，化妆品被赋予了特定的护理功效，称为**化妆品功效性**。

近年来，随着化妆品消费理念逐渐理性化，对广告的诱导和概念炒作不再盲目追随，但对化妆品的安全性以及护理功效和特殊功效的要求却越来越高，如化妆品的祛斑美白、防晒、保湿等方面都有需求。为此，目前世界各国的知名化妆品企业和有关研究机构都加强了在化妆品护理功效方面的基础研究，确定功效性评定方法，建立并完善功效性评价体系。

化妆品功效评价现状

我国化妆品功效评价研究尚处于起步阶段，相关的技术和标准滞后于化妆品工业的发展，在一些领域仍属空白。2015年《化妆品安全技术规范》作为最新版本的化妆品安全技术标准文件，在第八章对人体功效评价检验方法进行了规定，内容包括人体功效评价检验方法总则、防晒化妆品防晒指数(SPF值)、防水性能、长波紫外线防护指数(PFA值)测定方法。

2011年12月，中华人民共和国工业和信息化部发布QB / T 4256—2011《化妆品保湿功效评价指南》，且指南中明确注明“该判定标准不是化妆品保湿功效判定的唯一方法”。

2016年3月，中国食品药品检定研究院受国家食品药品监督管理总局委托，发布了《化妆品功效宣称验证指导原则》（征求意见稿）。

化妆品功效分类

1

化妆品保湿功效

2

化妆品美白功效

3

化妆品控油功效

4

化妆品延缓衰老功效

5

化妆品防晒功效

6

化妆品抗敏感功效

7

发用化妆品功效

1.1 化妆品保湿功效

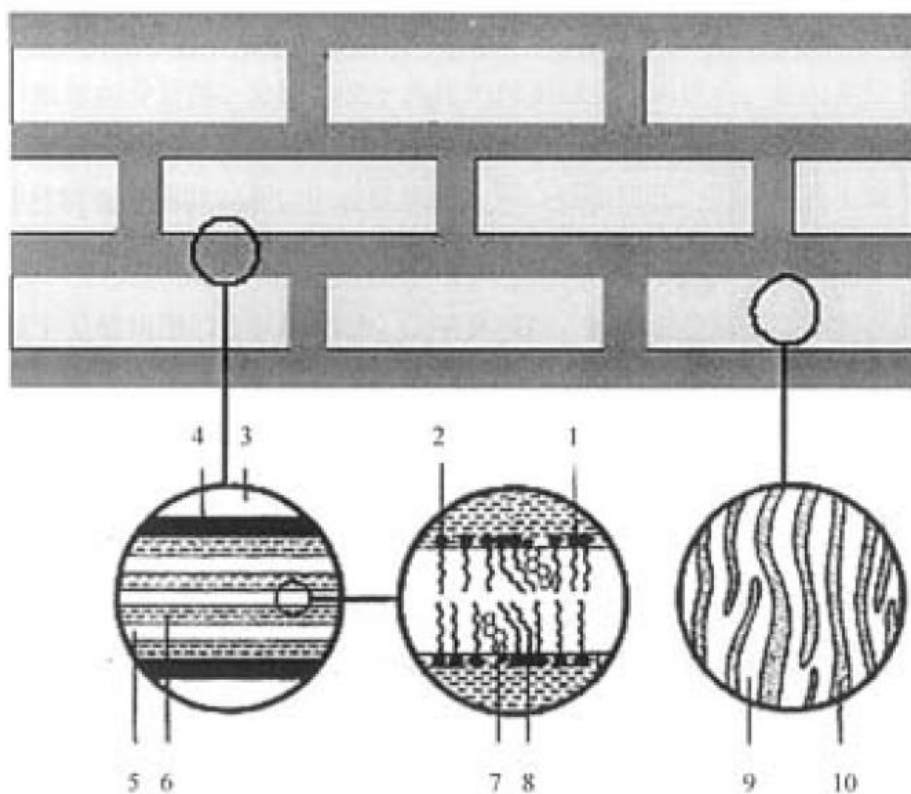
化妆品保湿功效即意味着提高人体皮肤中水分、减少皮肤水分流失。

人体皮肤中的天然保湿系统主要由水、脂类、天然保湿因子(NMF)组成。脂类呈层状填充于角质层细胞之间,主要作用是形成水屏障,防止水分丢失。大多脂类为非极性物质,可以限制水分在细胞内外及细胞间流动。



1.1 化妆品保湿功效

bricks-mortar模型



1.神经酰胺 2.脂肪酸 3.细胞质 4.细胞质膜 5.脂肪 6.水相
7.胆固醇 8. 葡糖苷(脂)酰鞘氨醇 9. 脂质域 10.角质蛋白

1.2 化妆品保湿作用机理

保湿是通过防止皮肤内水分的丢失和吸收外界环境的水分来达到保持皮肤内含有一定水分的目的。

I. 化妆品在皮肤表面形成一层封闭的润滑膜，阻止皮肤表面的水分向环境散失。

皮肤屏障功能

II. 化妆品中含有的保湿剂可以与水强力结合，使皮肤的角质层保持润湿。

皮肤角质层含水量

1.3 化妆品保湿功效评价方法

a. 皮肤屏障功能的测试

皮肤的屏障功能是防止皮肤内的水分向外挥发，那么通过测试经皮水分损失 (Transepidermal Water Loss: TEWL) 就可以判断屏障功能的高低，TEWL 值越低则屏障功能越高。

TEWL 值随年龄变化的趋势不是很明显，但屏障破坏后恢复速度则是年轻人比老年人要明显地快。因此，屏障恢复速度往往被用于化妆品有效成分的功效实验。

a. 皮肤屏障功能的测试

TEWL 测试仪有封闭型和开放型两种。

封闭型	开放型
对周围空气流通不敏感	周围空气流通和人体走动干扰测量
精确度一般	精准度更高
速度快, 7-12 秒, 最小的阻塞	测量时间30-90 秒
可测试一些不平整部位, 如指甲等	要求探测头水平垂直

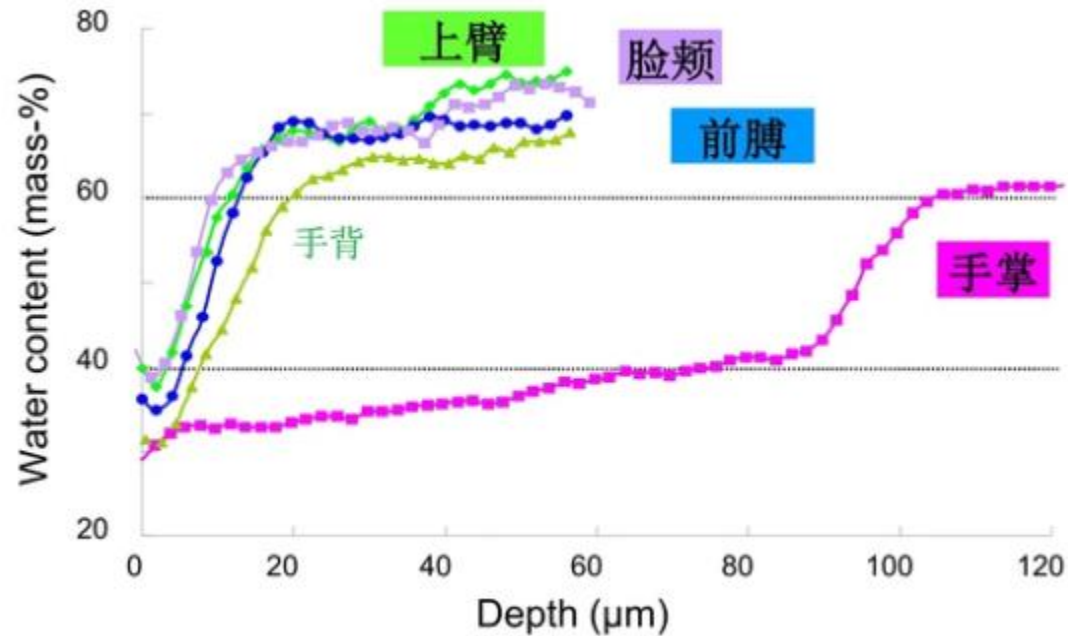


1.3 化妆品保湿功效评价方法

b.角质层含水量测试

角质层含水量的多少可以利用皮肤表面电子特性变化的原理，通过使用 **电导率仪**（**Skicon**）或 **电容测量仪**（**Corneometer**）进行测试。也可以通过皮肤的**红外谱图**（**ATR-FTIR**）或**近红外谱图**（**NIR**）直接对水分子进行测定。ATR-FTIR 法的测试深度为 1-2 μ m，而 NIR 法可对 1-2mm 深度的皮肤水分含量的变化进行测试。

近年来有公司利用**拉曼散射光谱原理**成功地研制出用于测试皮肤所含物质成分的皮肤成分分析仪，可用于测试皮肤深度方向水分的含量分布；测试皮肤深度方向上的天然保湿因子的含量分布等。



角质层及表皮水分分布

2.1 化妆品美白功效

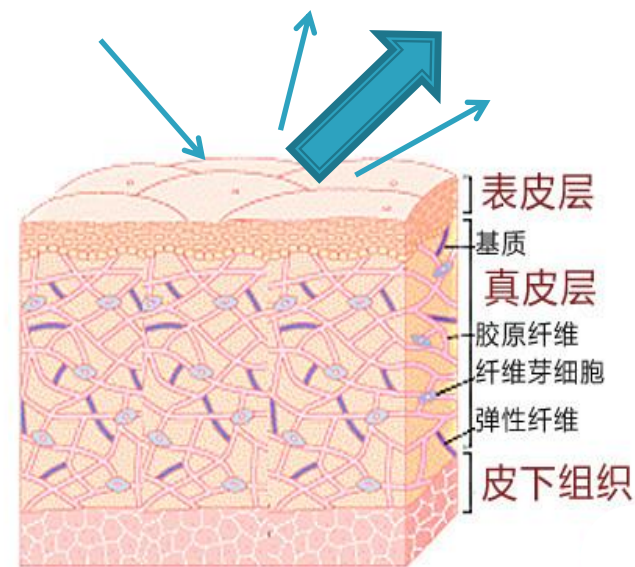
化妆品美白即意味着减淡人体皮肤肤色。人类皮肤含有褐黑色的黑色素、红色的氧化血红蛋白、蓝色的还原血红蛋白和黄色的胡萝卜素4种生物色素。肤色主要取决于皮肤所含各种色素的含量及类型，而黑色素含量和形态决定了肤色深浅。



2.2 化妆品美白作用机理

I. 皮肤颜色与皮肤结构

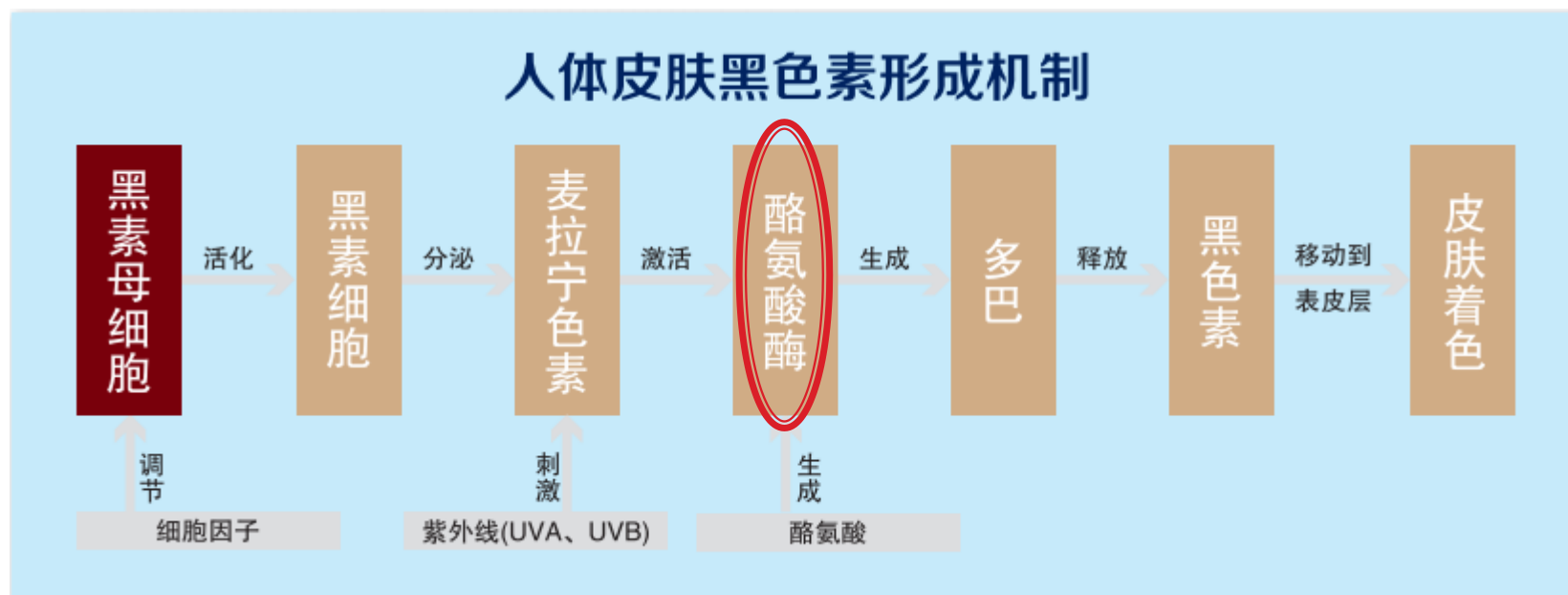
肉眼感观皮肤肤色的过程首先是可见光到达皮肤表面，部分光线直接被反射进入观察者的眼睛：部分光线透过角质层进入皮肤进而受黑色素、血色素、胶原纤维等成分的影响呈现不同的反射。皮肤结构的个体差异导致皮肤反射光线的不同，从而进入观察者的眼睛而反映出不同的肤色与质感。



光线照射皮肤反射效果示意图

2.2 化妆品美白作用机理

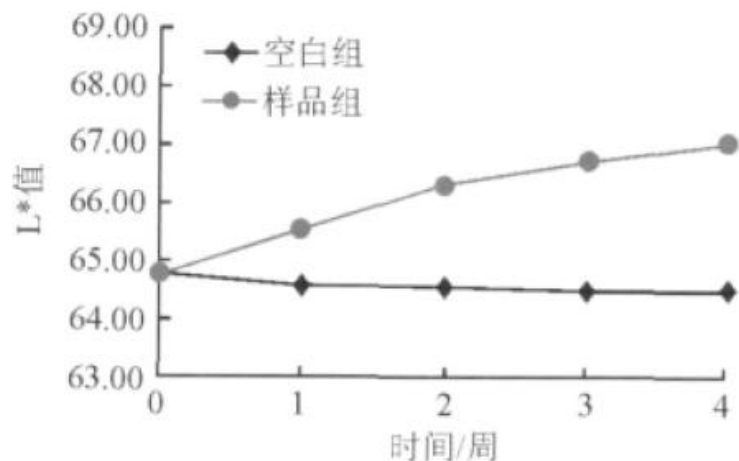
II. 黑色素形成作用机理



2.3 化妆品美白功效评价方法

a. 皮肤颜色测试

应用国际照明委员会(Commission International de l'Eclairage) CIE1976—L、a、b 色度系统对肤色进行评价。该色度系统是1976年由CIE规定的，L 代表明度，a 代表物体在红绿色轴上的颜色分布情况，b 代表物体在黄蓝色轴上的颜色分布情况，同时a、b 还决定了物体的色调和饱和度。



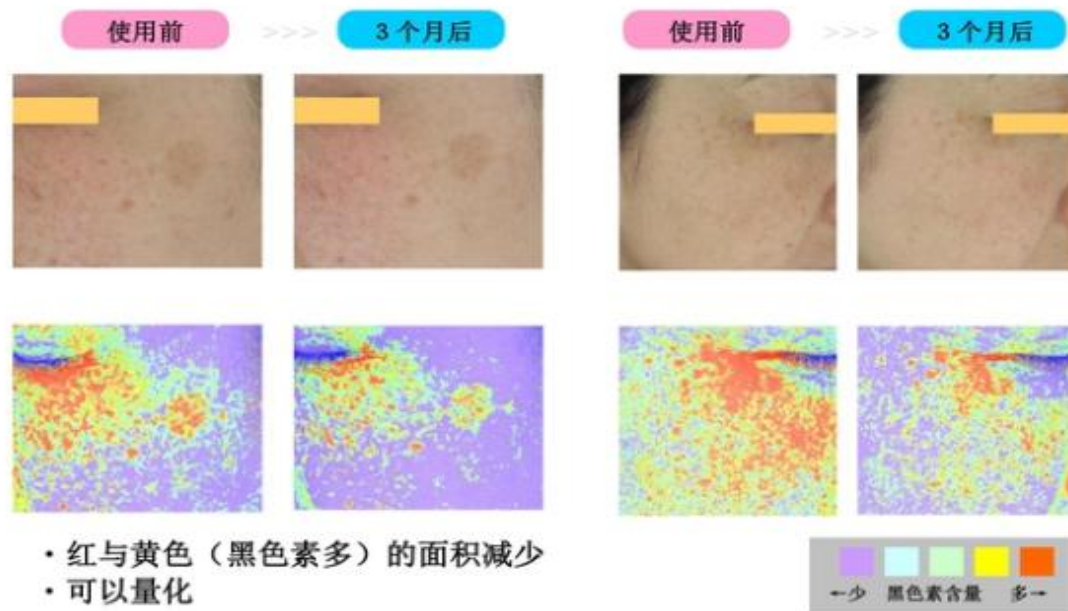
美白化妆品使用期间受试部位 L * 值的变化

2.3 化妆品美白功效评价方法

b. 皮肤黑色素测试

一种仪器是基于光谱吸收的原理（RGB），通过测定特定波长的光照在人体皮肤上后的反射量来确定皮肤中黑色素以及血红素的含量。

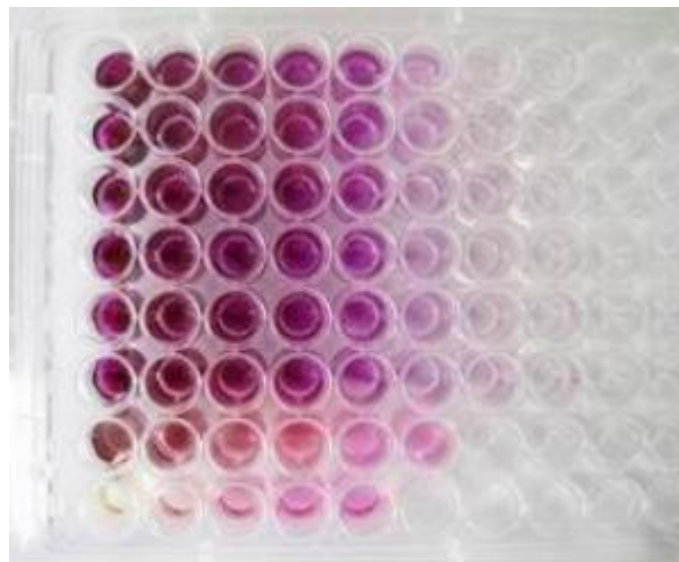
另外，还有将脸的全部或局部用 CCD 摄像机摄像，然后从各个像素中的 RGB 值算出 XYZ 值，进而用此值与从皮肤反射谱图中得到的黑色素量做出多元回归分析公式，从而推出真正的黑色素量。



2.3 化妆品美白功效评价方法

c. 体外评价方法

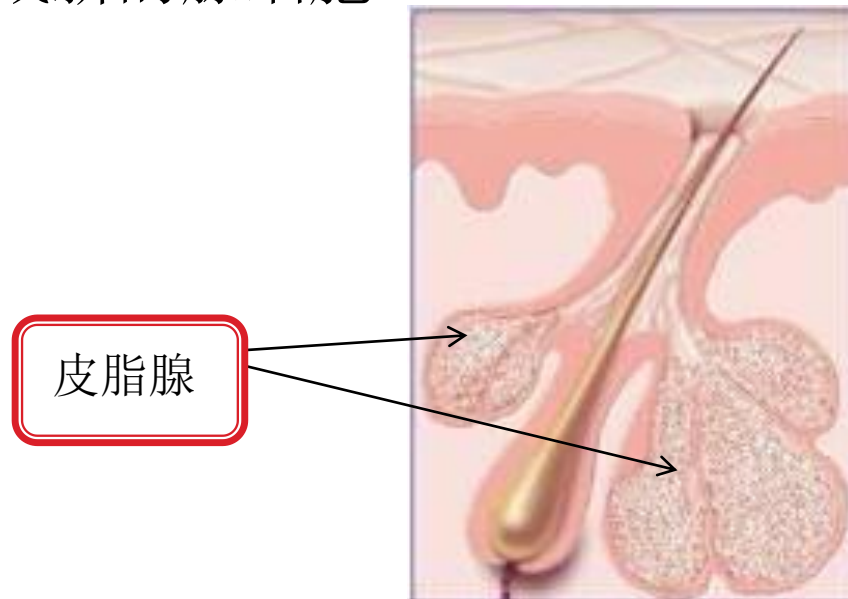
- 生化酶学法检测酪氨酸酶的活性
- 黑素细胞增殖测定
- 黑素合成影响检测



3.1 化妆品控油功效

化妆品控油功效即控制人体皮肤表面的油状皮脂分泌。皮肤表面的油状物即皮脂，由皮脂腺分泌而得出。

皮脂腺（**sebaceous gland**）大多位于毛囊和立毛肌之间，为泡状腺，由一个或几个囊状的腺泡与一个共同的短导管构成。导管为复层扁平上皮，大多开口于毛囊上段，也有些直接开口在皮肤表面。腺泡周边是一层较小的幼稚细胞，有丰富的细胞器，并有活跃的分裂能力，生成新的腺细胞。



3.2 影响皮脂腺分泌因素



内分泌



外界温度



皮肤表面湿度



年龄



饮食



皮脂膜完整性

3.3 化妆品控油功效评价方法

化妆品的抗油脂效果可由皮肤油脂测定仪进行测定，类似CK公司的SM815仪器的测试原理是采用标准的透明吸油脂带，在胶带所吸收油脂50-350 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 范围内，其透光率的改变与油脂吸收量的多少成正比，经光学仪器测试后，根据胶带的透光率的改变能够衡量测试部位皮肤表面的油脂分泌量。

另有一种类似Delfin公司的SebumScale仪器，其测试原理是基于石英晶体微量天平技术，石英晶体传感器从皮肤吸收油脂，由于皮脂在测量传感器上，改变了石英振荡频率，而频率变化 Δf 与在测量传感器上皮脂数量 Δm 成比例关系。

4.1 化妆品延缓衰老功效

皮肤衰老现象是由自然因素和非自然因素造成的，40-50岁为初老期，皮肤老化程度逐渐明显，主要表现为皮肤干燥，弹性变差，皱纹加深，黑眼圈加重。虽然衰老的过程是不可避免的，但是使用一些具有功效的护肤品是可以延缓衰老的脚步。

化妆品中添加了常见的抗衰老活性成分包括芦荟苷、积雪草、 α -羟基酸、维生素C、维生素E、胶原蛋白等，这些成分会在影响皮肤组织细胞代谢、清除皮肤细胞自由基、抗氧化、防止经表皮水分流失和修复皮肤屏障功能等方面起作用，最终使皮肤保持弹性、远离皱纹，呈现健康年轻的肌肤状态。



4.2 化妆品延缓衰老作用机理

I. 抗氧化

自由基是一类非常活跃的活性分子基团，因为绝大部分含有自由的氧原子，所以通常又叫氧自由基。这些不稳定的含氧分子外面缺少一个电子，于是就从附近的细胞膜“偷取”一个电子(亦即“氧化”)，这样就使细胞损伤（以及细胞的DNA损伤）。损伤后的细胞功能失常，导致健康不佳和活力下降。

化妆品中添加常见的抗氧化剂①维生素类：VC(抗坏血酸，及其衍生物)、VE(生育酚, 生育三烯酚)、维生素B3、维生素A②多酚类 (白藜芦醇, 原花青素OPC、花青素、茶多酚、鞣花酸、姜黄、水飞蓟及许多植物提取物)③类胡萝卜素(番茄红素,胡萝卜素,叶黄素)④硫辛酸⑤水解胶原蛋白肽等。可帮助清除自由基，协助抗氧化。

4.2 化妆品延缓衰老作用机理

II. 抗糖化

人体内的糖分（葡萄糖、果糖、半乳糖等）积累过多，就会与体内的蛋白质结合，通过非酶糖基化反应，最终生成晚期糖基化终末产物(Advanced glycation end products, AGEs)。



化妆品中抗糖化的原料

- 肌肽（**Carnosine β-丙氨酰-L-组氨酸**）一种较强的自由基清除剂，能够中和攻击细胞膜蛋白的羰基，防止损伤性交联的形成；肌肽通过与糖的反应来代替体内蛋白被糖基化，这样就可以延缓肌肤的衰老。
- 月见草油可以促进分解和排出体内已产生的**AGEs**，对抗击肌肤的糖化有很好的作用。
- FN3K**，可以逆转糖化反应，保护肌肤的胶原蛋白。
- 阿尔法硫辛酸（**Alpha lipoic acid**）有着强大的抗糖化能力和络合能力，在治疗糖尿病中有着重要的作用，近年多篇文献有提到对抗糖化有良好作用。

4.3 化妆品延缓衰老功效评价方法

a. 皮肤弹性的测试

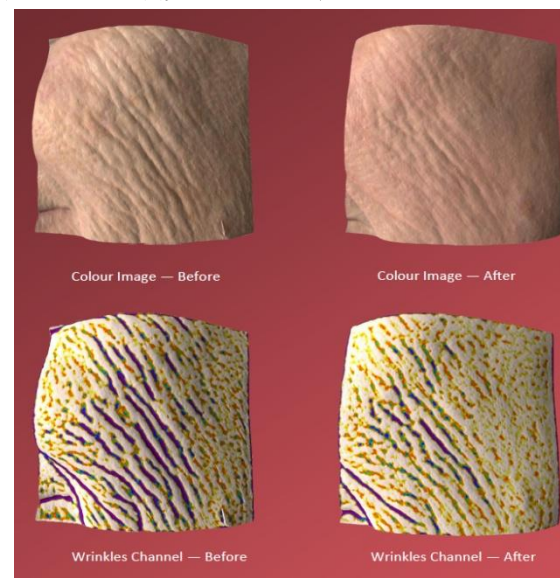
弹性测定试验主要包括吸力法、扭力法和测量弹性切力波传播速度法。测试时常用的是基于吸力和拉伸原理设计的吸力法，通过皮肤拉伸长度和时间的关系曲线得到皮肤的弹性参数，该方法简便迅速，测量不受皮肤厚度影响，对于研究皮肤老化来说是一个较好指标，缺点是测试部位较有局限，并且无法对较硬皮肤完成测量。

另外，也有仪器公司发明了基于其他原理的皮肤弹性测定仪器，该仪器利用一个压头，轻轻压在皮肤上，当有外力施加在皮肤上时，皮肤会抗拒外力引起的形状变化，皮肤在短期负荷下的反应表明了其弹性特质。

4.3 化妆品延缓衰老功效评价方法

b. 皮肤纹理与皱纹的测试

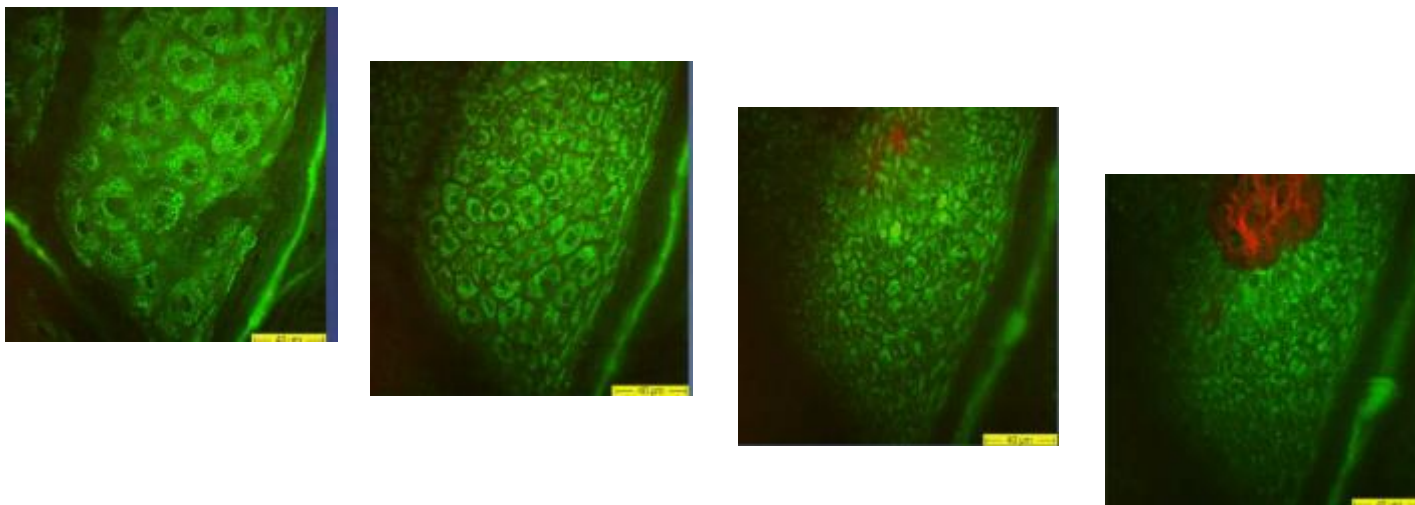
- ① 轮廓仪测量方法：间接制备皮肤表面硅胶复制模型，并使用**CCD**摄像机摄取皮肤使用化妆品前后的硅胶复制模型图像，再用计算机对图像进行处理，取得皮肤纹理皱纹的相关参数。
- ② 皮肤成像分析系统：测量时直接照射特定皮肤后**CCD** 摄取图像，检测区域除了亮度图像还可计算每个图像的层次、相位和投影线模式的值，计算机量化出相关参数，再进行统计学分析。



4.3 化妆品延缓衰老功效评价方法

c. 体内多光子断层扫描技术

基于飞秒多光子激发荧光生物分子如NADPH、弹性蛋白等，细胞外基质的胶原蛋白可通过其二次谐波(SHG)生成识别，自体荧光及SHG信号由快速光电倍增管检测器与信号光子灵敏度同时记录。



上图一名男性志愿者手臂表皮层不同深度的断层扫描图像。两个信号的颜色重叠表明了细胞的形态结构(自体荧光=绿色), 胶原蛋白(SHG信号=红色)。

5.1 化妆品防晒功效

《防晒化妆品防晒效果标识管理要求》规定 2016年12月1日起，防晒指数（SPF）的标识应当以产品实际测定的 SPF 值为依据，且最大可标识值为 SPF50+。

当 PFA 值为 2~3 时，标识为 PA+；当 PFA 值为 4~7 时，标识为 PA++；当 PFA 值为 8~15 时，标识为 PA+++；当 PFA 值大于等于 16 时，标识为 PA++++。

CW≥370nm，可标识广谱防晒效果。

$$SPF \text{ 值} = \frac{\text{已被保护皮肤产生红斑的最少曝晒时间}}{\text{未被保护皮肤产生红斑的最少曝晒时间}}$$



$$PFA = \frac{\text{保护区域的最小黑化剂量}}{\text{未被保护区域的最小黑化剂量}}$$

5.2 化妆品中防晒剂作用原理

I. 物理紫外屏蔽剂

物理紫外屏蔽剂通过反射及散射紫外线而对皮肤起到保护作用，它主要为无机粒子，其典型代表为二氧化钛、氧化锌粒子。

II. 化学紫外吸收剂

化学紫外吸收剂可以分为紫外线 A (UVA) 吸收剂和紫外线 B (UVB) 吸收剂。UVA 吸收剂是一种吸收光谱波长在 320 ~ 400 nm 范围的紫外线的化合物，主要包括二苯(甲)酮、邻氨基苯甲酸酯和二苯甲酰甲烷类化合物等；UVB 吸收剂则是一种吸收光谱波长在 290 ~ 320 nm 范围的紫外线的化合物，主要包括氨基苯甲酸酯及其衍生物、水杨酸酯及其衍生物、肉桂酸酯类和樟脑类衍生物等。

III. 天然防晒剂

专家指出，将来在护肤产品中，人们会加入更多的植物成分和抗氧化剂。因为植物成分可以增加防晒指数，同时可以避免化学成分的使用。市场上有些新推出的面部护肤品就加入了多种抗氧化剂，这些抗氧化剂使得产品的 SPF 值提高。

5.3 化妆品防晒功效评价方法

a. 人体测试法

国际常用的**SPF**试验方法是一种利用已知输出性能的氙灯日光模拟器所进行的实验室方法。为了测试**SPF**值，需在试验志愿者皮肤上用紫外线照射出一系列递增的迟发性皮肤点状红斑反应。根据使用样品与未使用样品的**MED**（**minimal erythema dose** 最小红斑剂量）比值可得到**SPF**值。试验部位限于后背腰部和肩线之间。

PA测定方法一般采用**ISO24442**所述，依据固定波长辐照得到的最小持续性黑化量**MPPD**计算而得。

5.3 化妆品防晒功效评价方法

b. 体外测试法

① 紫外分光光度计法

根据防晒化妆品中紫外线吸收剂和屏蔽剂可以阻挡紫外线的性质，将防晒化妆品涂在特殊胶带上用不同波长的紫外线照射，测试样品的吸光度，依据测试值大小直接评价防晒效果。

② SPF仪测试法

原理与紫外分光光度计法类似，SPF仪器法增加了特殊的软件程序，将测试结果及其他试验因素转换成SPF值直接显示。

5.3 化妆品防晒功效评价方法

c.SPF值的抗水性测试

对防晒化妆品SPF值的抗水、抗汗性能测试，目前以美国FDA发布的试验方法被公认为是客观合理的标准方法。《化妆品安全技术规范》2015版参考美国FDA方法，分为：

➤对防晒化妆品一般抗水性的测试

如产品宣称具有抗水性，则所标识的SPF值应当是该产品经过40分钟的抗水性试验后测定的SPF值。

➤对防晒化妆品强抗水性的测试

如产品SPF值宣称具有强抗水性（Very Water Resistant），则所标识的SPF值应当是该产品经过80分钟的抗水性试验后测定的SPF值。

6.1 敏感性皮肤

皮肤敏感，医学上普遍认为不是皮肤疾病，是指对多种因素易感而诱发的主观感觉症状的皮肤状态，即皮肤反应性高、耐受性差甚至易过敏。

敏感皮肤主要发生于面部，还有手脚、头皮等其他部位。

就日常状态而言，敏感皮肤并无客观皮损或皮肤疾病证据，主要特点是更为干燥、容易紧绷和发红；受到轻微刺激，即可产生瘙痒、脱屑甚至烧灼和刺痛等感觉，严重者可产生不良情绪或精神症状。

6.2 敏感皮肤成因

- I. **屏障功能:** 皮肤屏障能有效防止外界有害因素的入侵和体内营养物质的流失，皮肤屏障功能受损，是皮肤敏感的重要原因。
- II. **神经因素:** 敏感皮肤的发生与外周神经功能异常及中枢神经功能改变有关，特别是与其皮肤神经反应增强有关。
- III. **炎症反应:** 由于敏感皮肤存在屏障功能损伤或神经功能异常的特点，与正常皮肤相比更难于抵御外界刺激物与过敏原的侵袭，容易发生一系列刺激或过敏导致的皮肤炎症反应，然后进一步损害皮肤屏障结构与神经末梢，导致恶性循环

6.3 化妆品抗敏感功效性评价

a. 半主观评判

半主观评判使用的方法是皮肤化学探头试验，包括乳酸试验、氯仿-甲醇混合液试验、二甲基亚砷试验、SLS封闭红斑应试验和乙酰胺试验。其中具有代表性的是乳酸试验。

表 1 非敏感性皮肤组与敏感性皮肤组乳酸刺痛感比较 (x±s)

组别	n	总分(分)	出现时间(s)	最高分(分)	最强时间(s)
非敏感组	34	0.74±0.75	311.50±121.50	0.59±0.56	381.92±90.43
敏感组	26	3.92±1.26	119.69± 66.29	1.92±0.69	331.00±107.56
P值		0.00	0.00	0.00	0.10

6.3 化妆品抗敏感功效性评价

b.客观评判

- 皮肤水分蒸发测量仪测量皮肤经表皮的失水量
- 硅胶复制和鳞屑测量仪评价皮肤二维或三维表面结构
- 皮肤色度分光仪测量皮肤颜色
- 激光多普勒血流仪测量皮肤血流情况
- A型超声仪检查表皮、真皮和皮下组织的厚度改变

7 发用化妆品功效评价

7.1 毛干护理产品的体外功效评价

- 清洗效果测评
- 梳理性测评
- 柔顺效果测评
- 抗静电性测评
- 光泽度测评
- 水分含量的测评
- 损伤修复效果测评



Blank γ -PGA
(洗发水洗发1次)

Blank γ -PGA
(洗发水洗发10次)

7 发用化妆品功效评价

7.2 头皮养护产品功效评价

➤头皮修护功效评价

➤去头皮屑功效评价

① 人体功效检测

头皮屑收集及定量图像分析方法

研究者分级评估

受试者自我评价

② 抑菌性能检测

去屑功效体外评价方式主要是马拉色菌抑制效果检测



A close-up photograph of a fountain pen nib resting on a piece of aged, yellowed, and torn paper. The nib is dark with a metallic sheen. A dark ink blot is visible on the paper below the nib. The word "Friday" is faintly visible on the paper in the background. The overall scene is lit with soft, natural light, creating a warm and nostalgic atmosphere.

Thank you !

联系电话：0512-67083198

邮箱地址：emily.cao1986@qq.com