头发光泽和表面平滑度

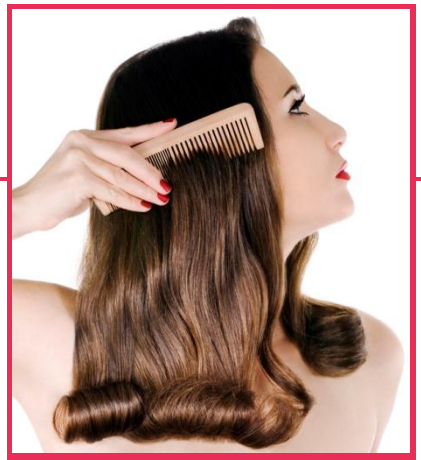
林得愉 (Fiona)
禾大中国

06-2013
第十届个人护理品技术高峰论坛

大纲

- 头发光泽的测量
- 亮发喷雾对头发光泽、颜色鲜艳度和表面平滑度的影响 – 表观的角质层角度 (Apparent Cuticle Angle, ACA)
- 头发表面平滑度 – 利用原子力显微镜 (AFM) 测定平均角质层高度，角质层角度和表面粗糙度
- 头发表面膜层的特性描述 – 利用AFM测定模量，粘附性和变形
- 头发光泽、表面平滑度和主观判断的关联性

Hair Shine & Surface Smoothness

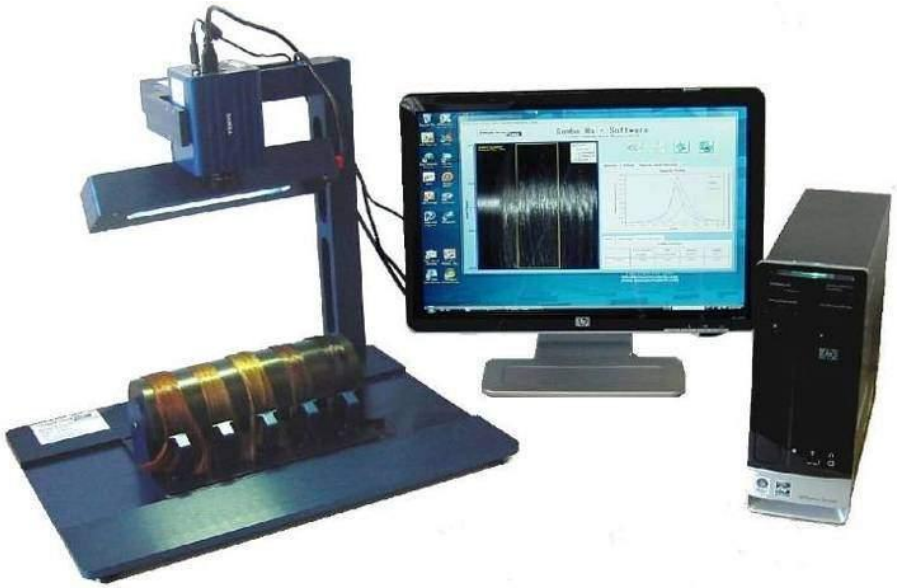


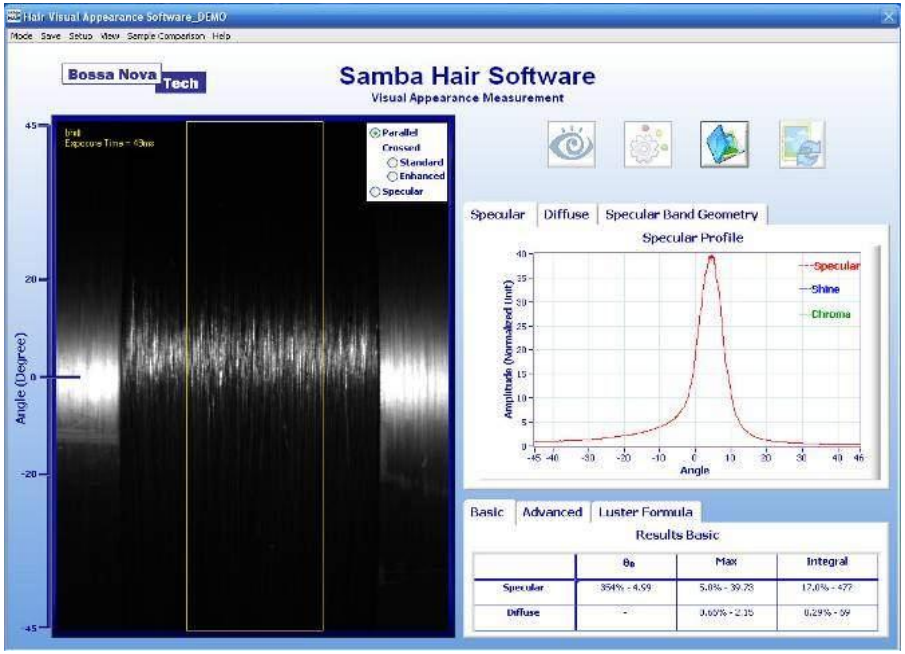
头发光泽和颜色鲜艳度的测定

Hair Shine & Surface Smoothness

Innovation you can build on™

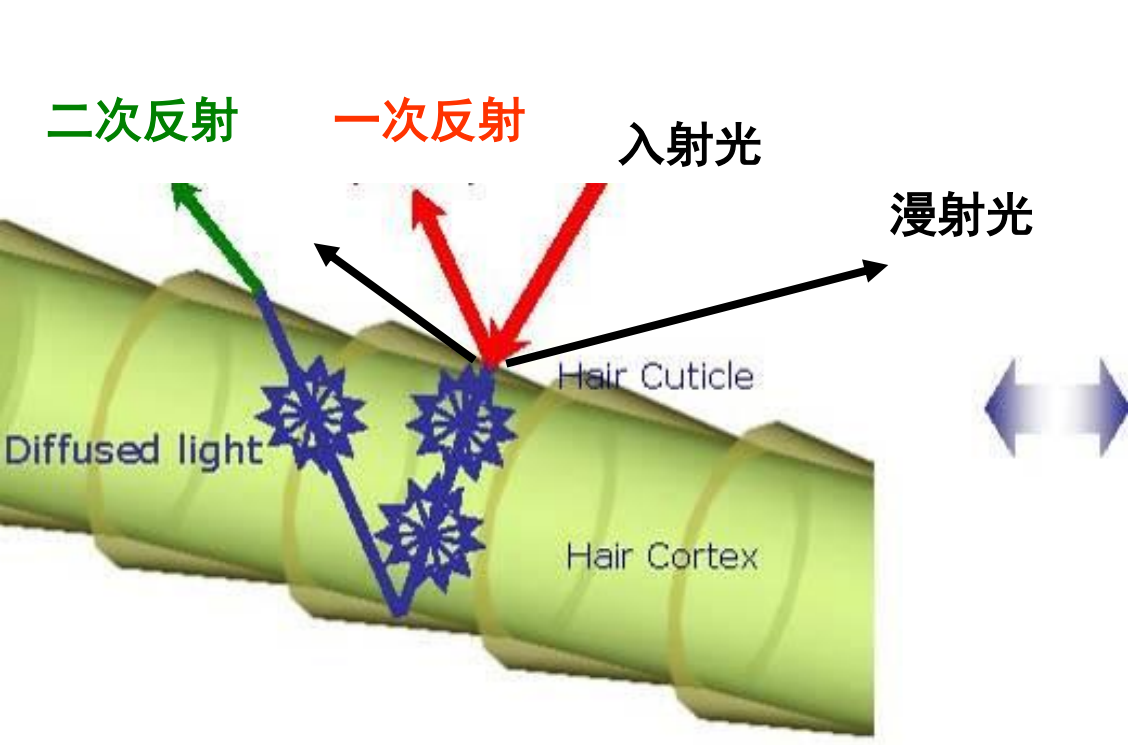
SAMBA 头发颜色系统*





*Bossa Nova Technologies, Venice, CA

光线与头发纤维之间的互动



漫射光

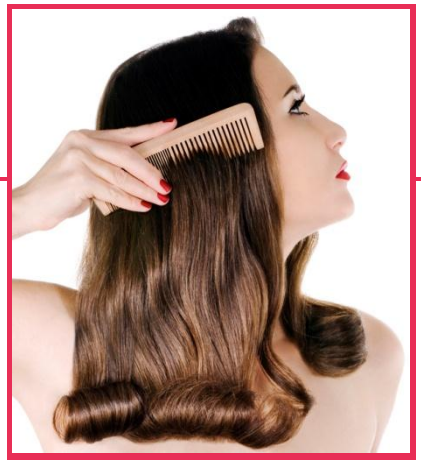
二次反射（彩度）

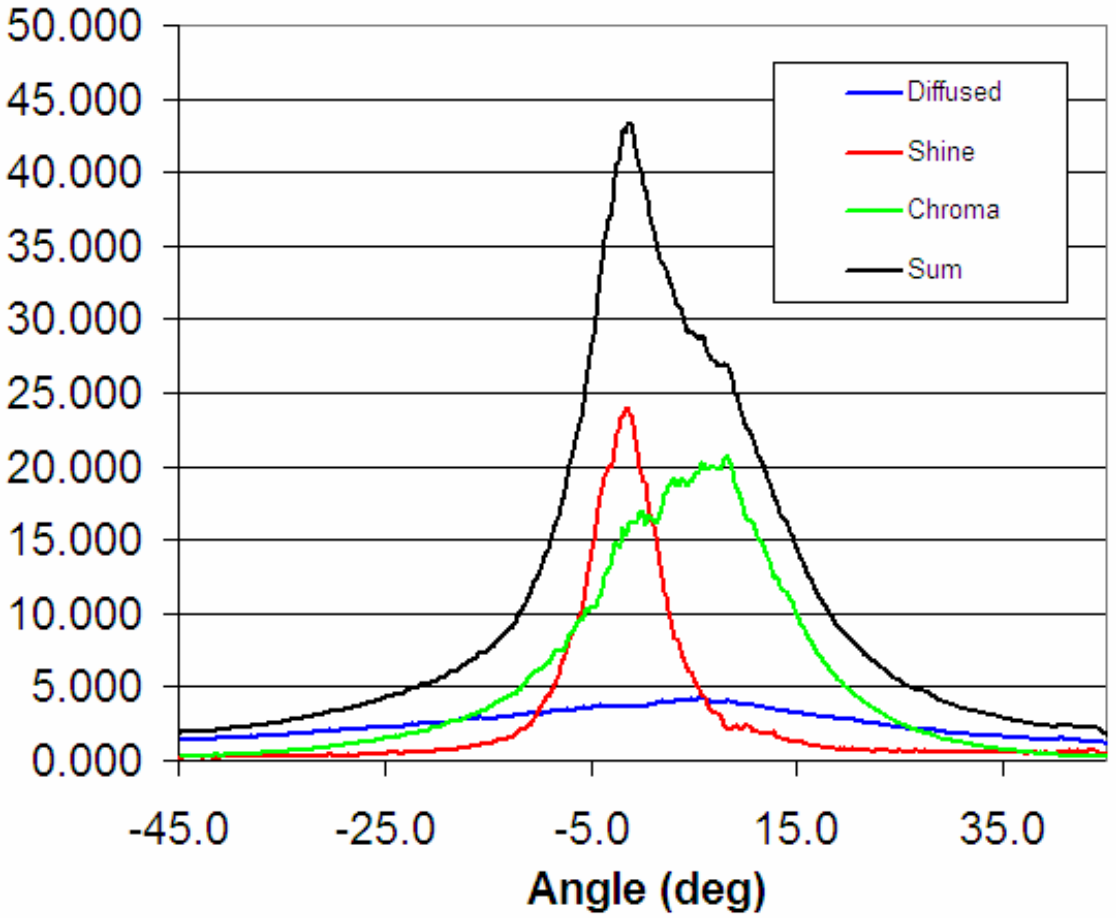
一次反射（光泽）

漫射光

图片来自SAMBA操作指南

光完全分散为光泽、彩度和漫射光

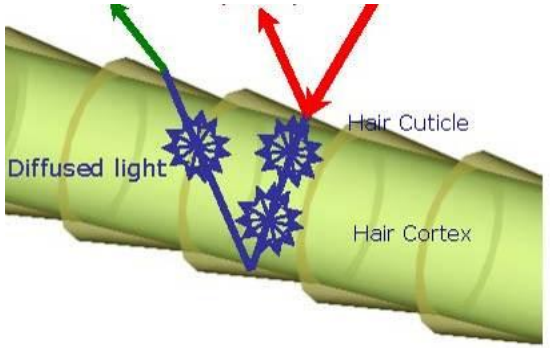


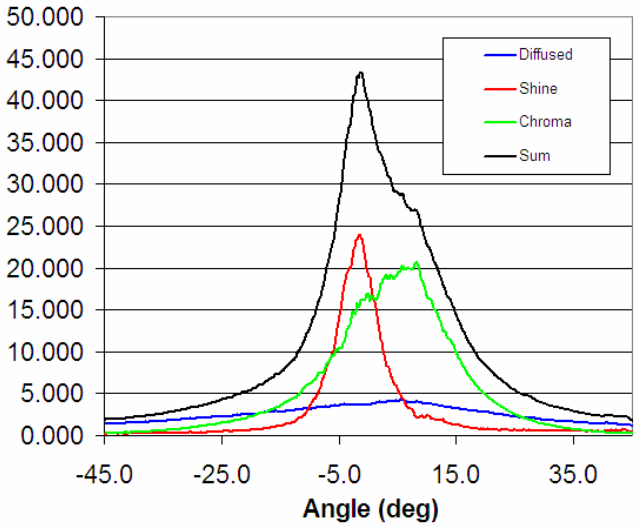


Hair Shine & Surface Smoothness

*光泽、彩度、和重叠

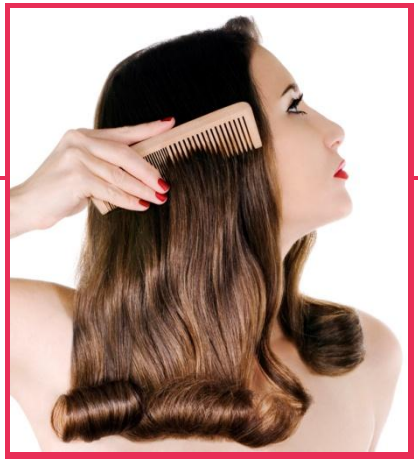
- 一次反射形成光泽的分布曲线
- 二次反射形成彩度的分布曲线
- 光泽和彩度的重叠是光泽分布和彩度分布的纯量积。
  100%的重叠表示光泽和彩度接近一个常倍数。
  0%重叠表示光泽和彩度在空间上完全分开。





* 摘自“SAMBA Hair System Manual”

头发颜色鲜艳系数*



头发颜色鲜艳系数 (Hair Color Vibrance Factor, HCVF) 的定义为：

$$HCVF = L \times (1+O_c) = L + L \times O_c$$

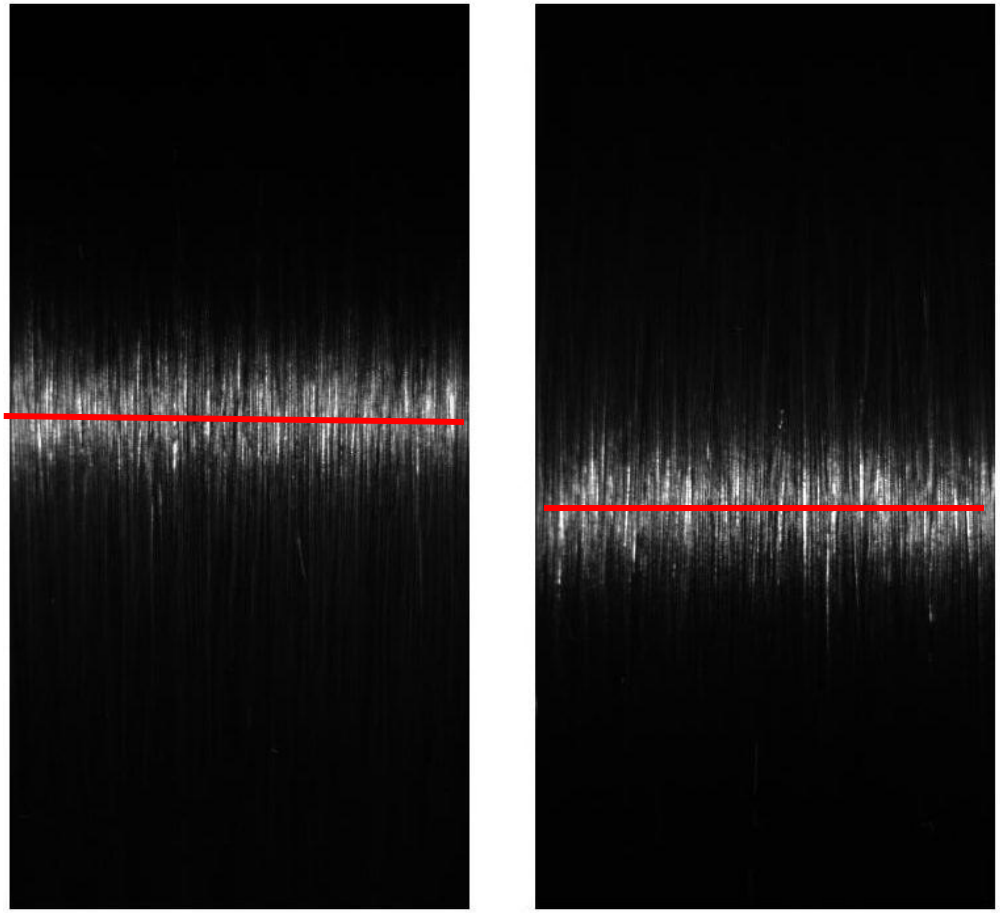
光泽与彩度重叠的部分

L – 光泽指数; Oc – 重叠系数

*T. Gao, “Hair color vibrance factor to characterize shine and color intensity”, C&T magazine, vol. 127, January, 2012

Hair Shine & Surface Smoothness

兩向的鏡面反射形貌



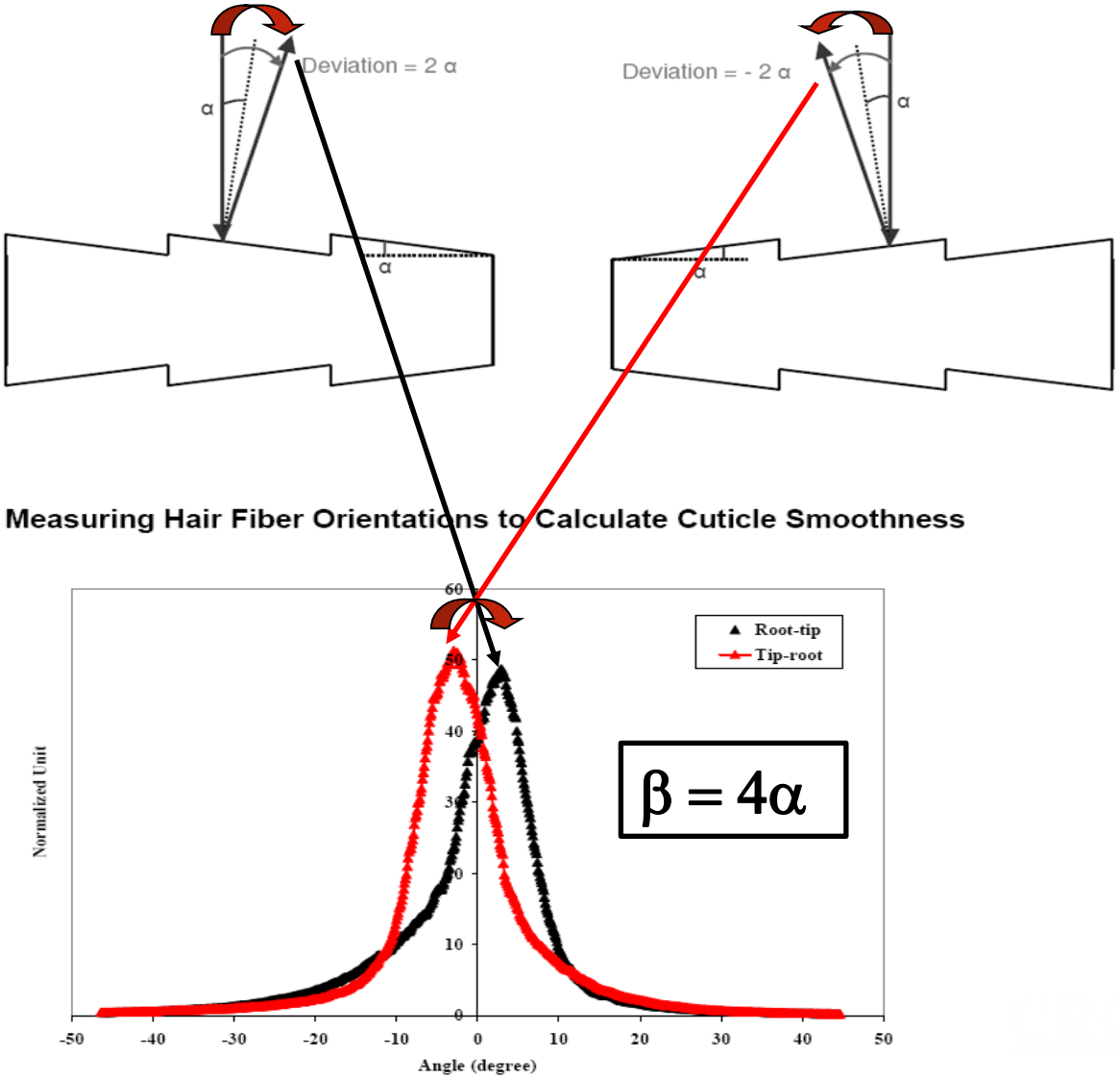
发梢 – 发根

发根 – 发梢

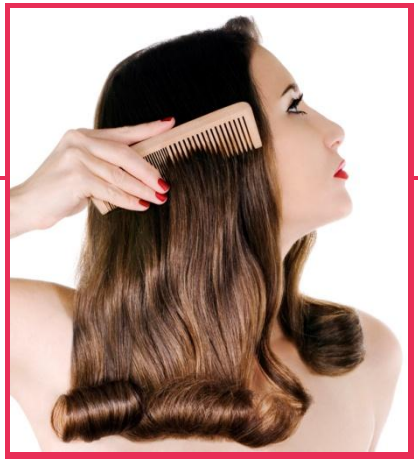
Hair Shine & Surface Smoothness

角质层平滑度的量度

α 是表观角质层角度



表观角质层角度(ACA)的计算*



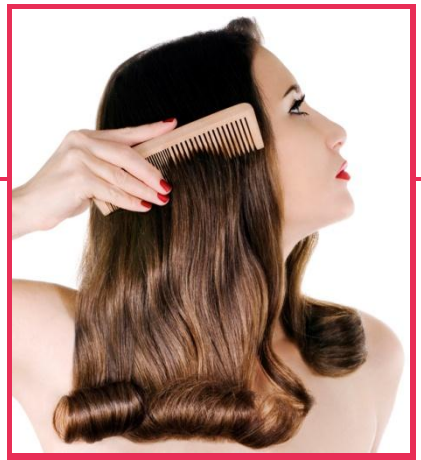
在‘发根至发梢’和‘发梢至发根’的双向镜面反射中，两个峰值 (最大角度) 的角度差(β)等于表观角质角度(α) 数值的四倍：

$$\beta = 4\alpha$$

<u>换言之， α 值越小，头发的表面越平滑</u>

Hair Shine & Surface Smoothness

Tim G., Abel P., and Sam Z., ”Study of hair shine and hair surface smoothness”, J. Cos. Sci., 60 (2), 187 – 197, March/April 2009

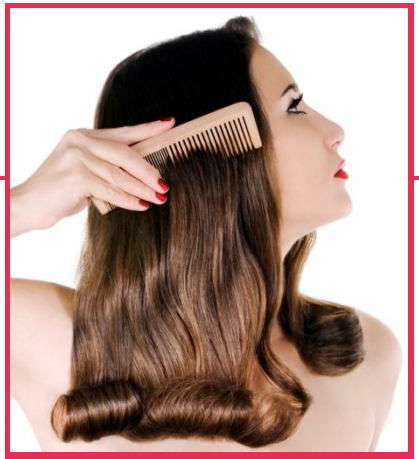


头发喷雾对头发光泽, HCVF, 和 ACA的影响

Hair Shine & Surface Smoothness

Innovation you can build on™

头发喷雾与发束



- 测试所使用的深褐色和经漂染的发束购自International Hair Importers, Inc. (NY).

- 发束样本经过含有55%环聚二甲基硅氧烷和45%苄基醚乙基己酸酯(PBEE)的头发亮泽喷雾处理，然后量度光泽 / 头发颜色鲜艳系数，和取得AFM图像。

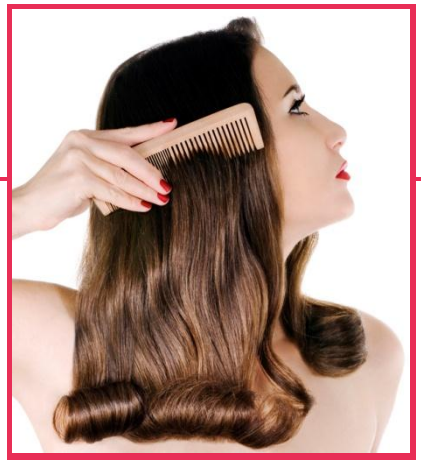
Hair Shine & Surface Smoothness

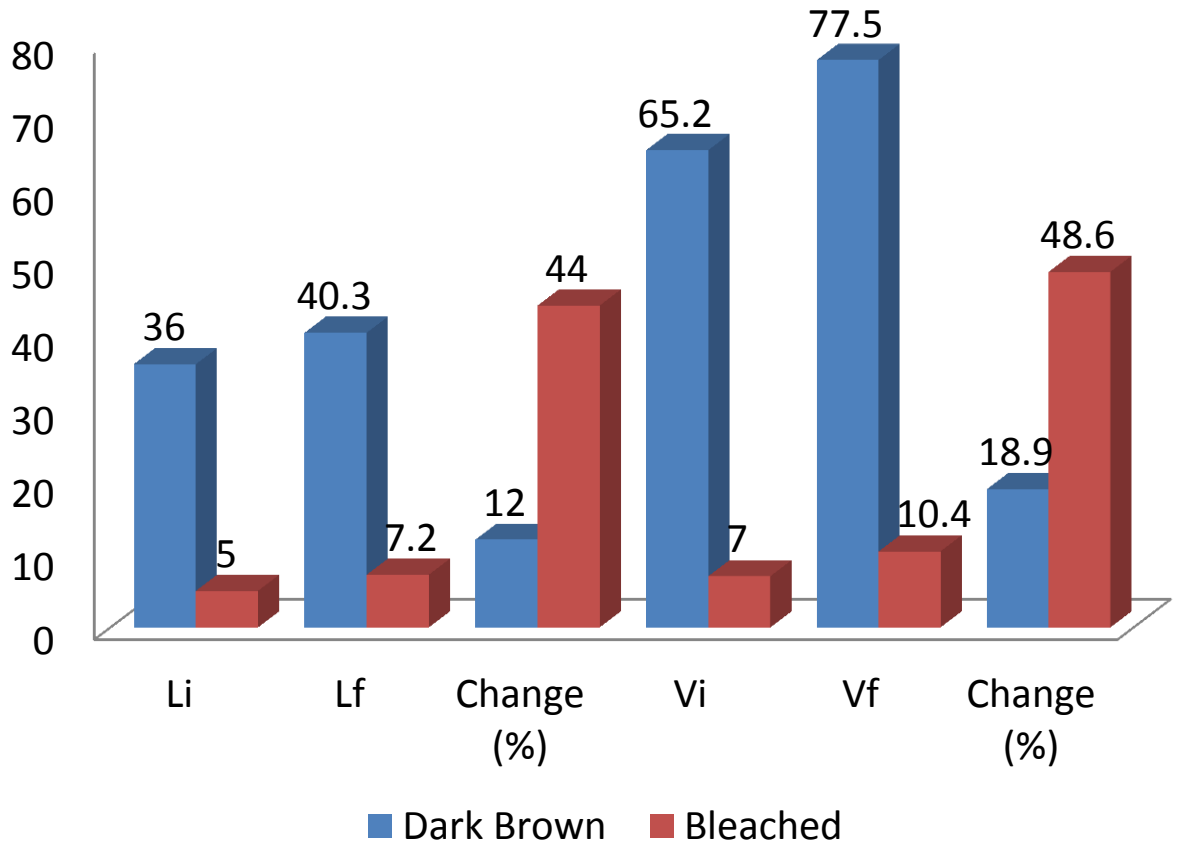
发束图片

未经处理　处理后　未经处理　处理后

未经处理　处理后　未经处理　处理后

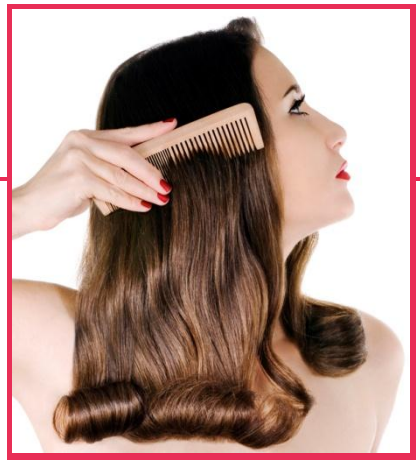
处理后光泽和颜色鲜艳系数的改变

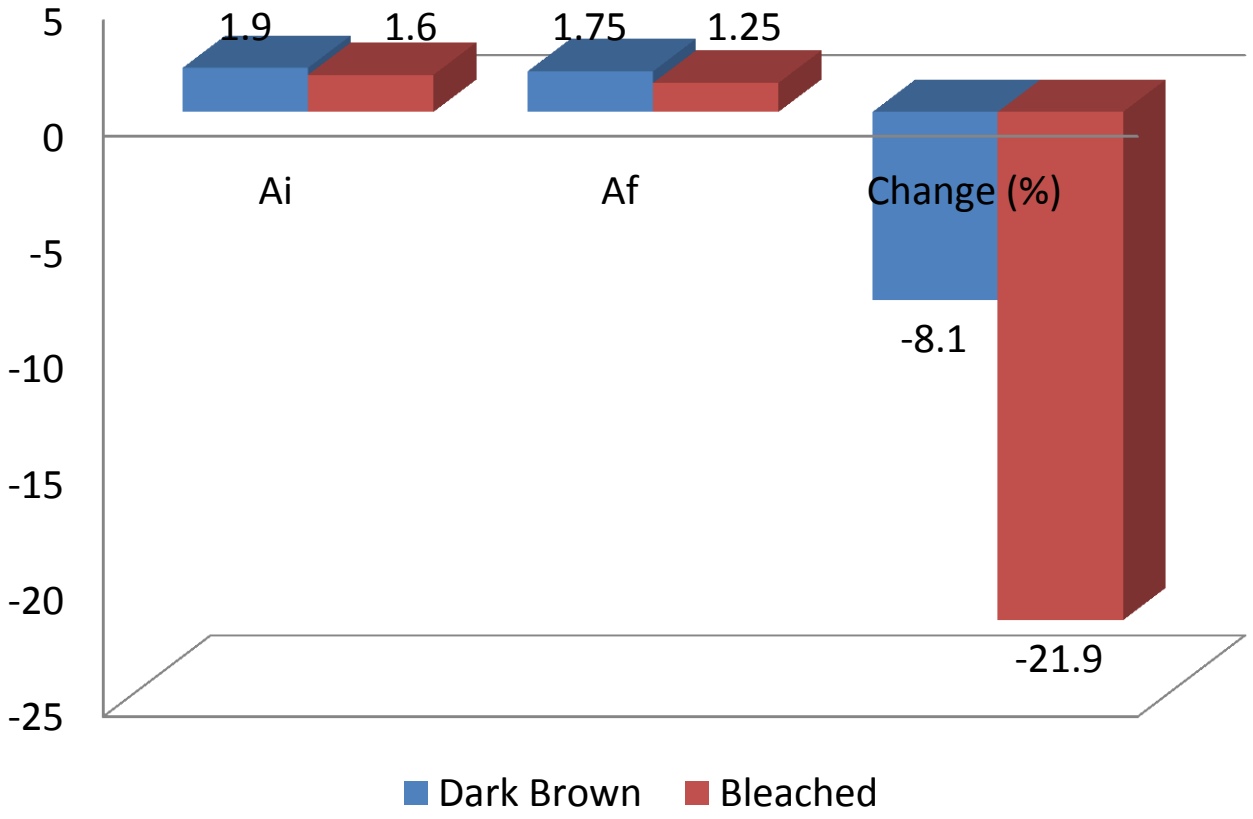




Hair Shine & Surface Smoothness

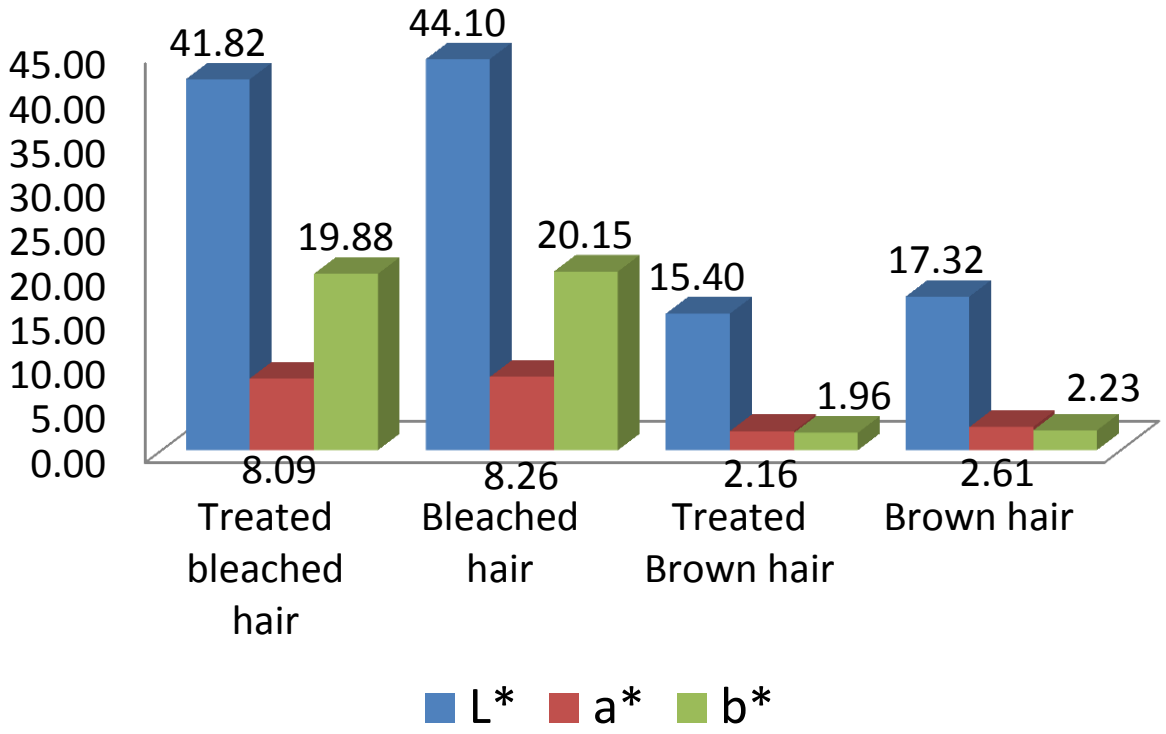
处理后发束的表观角质层角度的改变





Hair Shine & Surface Smoothness

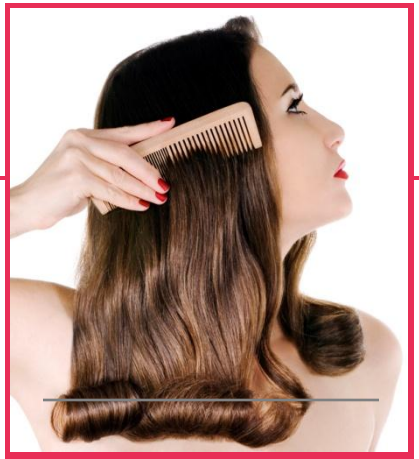
处理后发束的色彩指数的改变



经处理后，头发变得更深色(L * 变小), 更绿 (a* 变小), 和更蓝 (b* 变小).

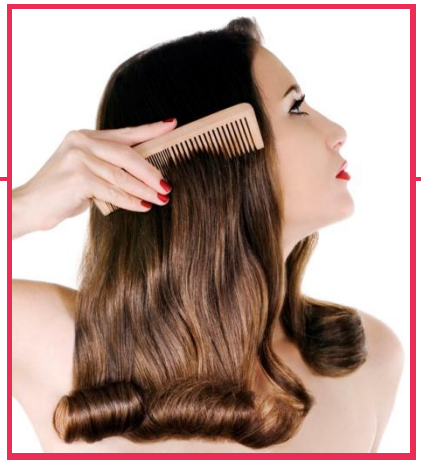
Hair Shine & Surface Smoothness

SAMBA 系统的实验结果



- 头发亮泽喷雾减少表观角质层角度，令头发表面更平滑
- 该喷发剂有效改善光泽和增加头发颜色鲜艳系数
- 头发看上去更光亮、更鲜艳

Hair Shine & Surface Smoothness

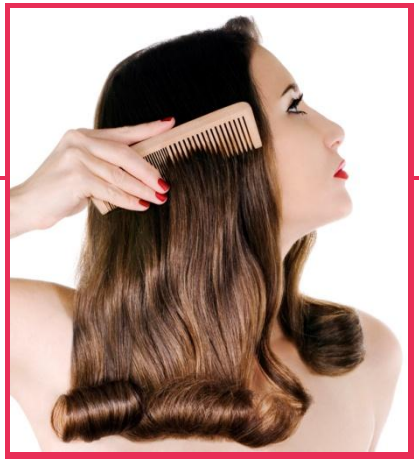


氨和磷酸酯在提升头发色泽和加强护理过程中的量效反应

Hair Shine & Surface Smoothness

Innovation you can build on™

染发和发束



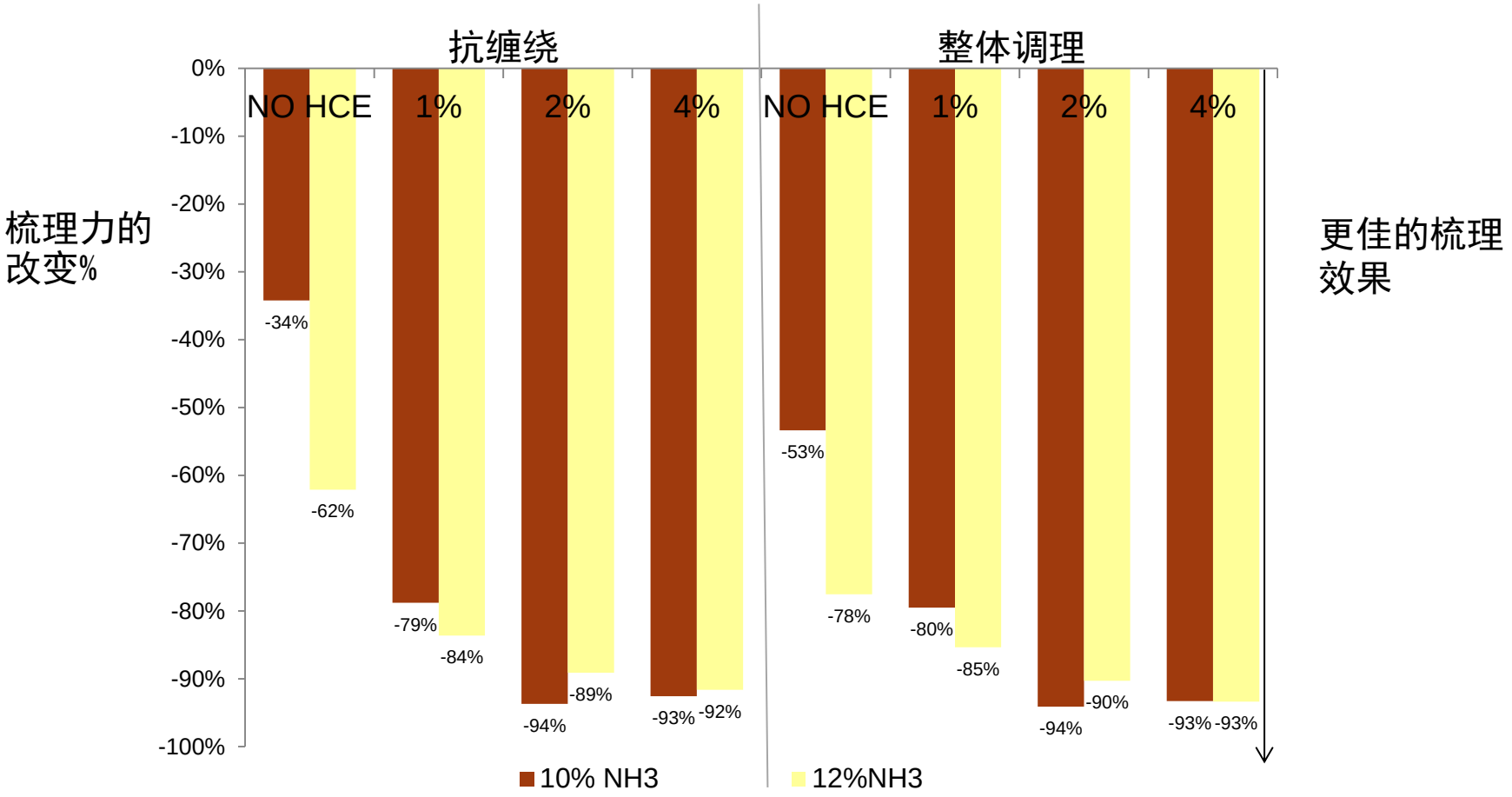
- 用不同的透明凝胶状染发剂 (红褐)，为多个深褐色的发束及经漂白的发束进行染色。染发剂含有不同分量的油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯 (介乎0-4%)，和氨 (10%和12%)

- 然后为这八个配方的湿梳和干梳表现、头发活力和色彩亮度进行评估

Hair Shine & Surface Smoothness

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯

湿梳表现评估

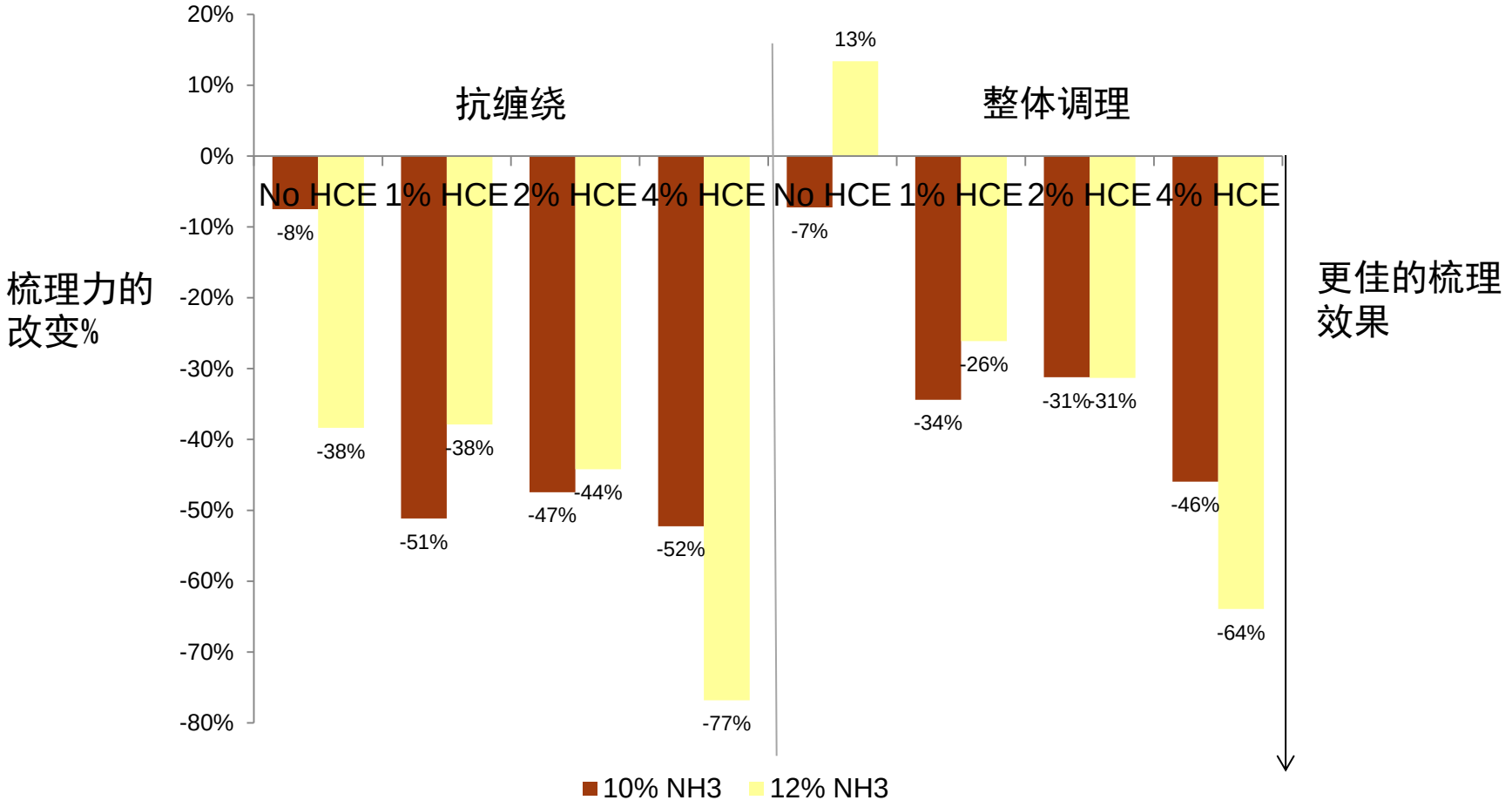


含有4% Crodafos HCE 的配方提供最佳的抗缠绕和整体调理效果

Innovation you can build on™

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯

干梳表现评估

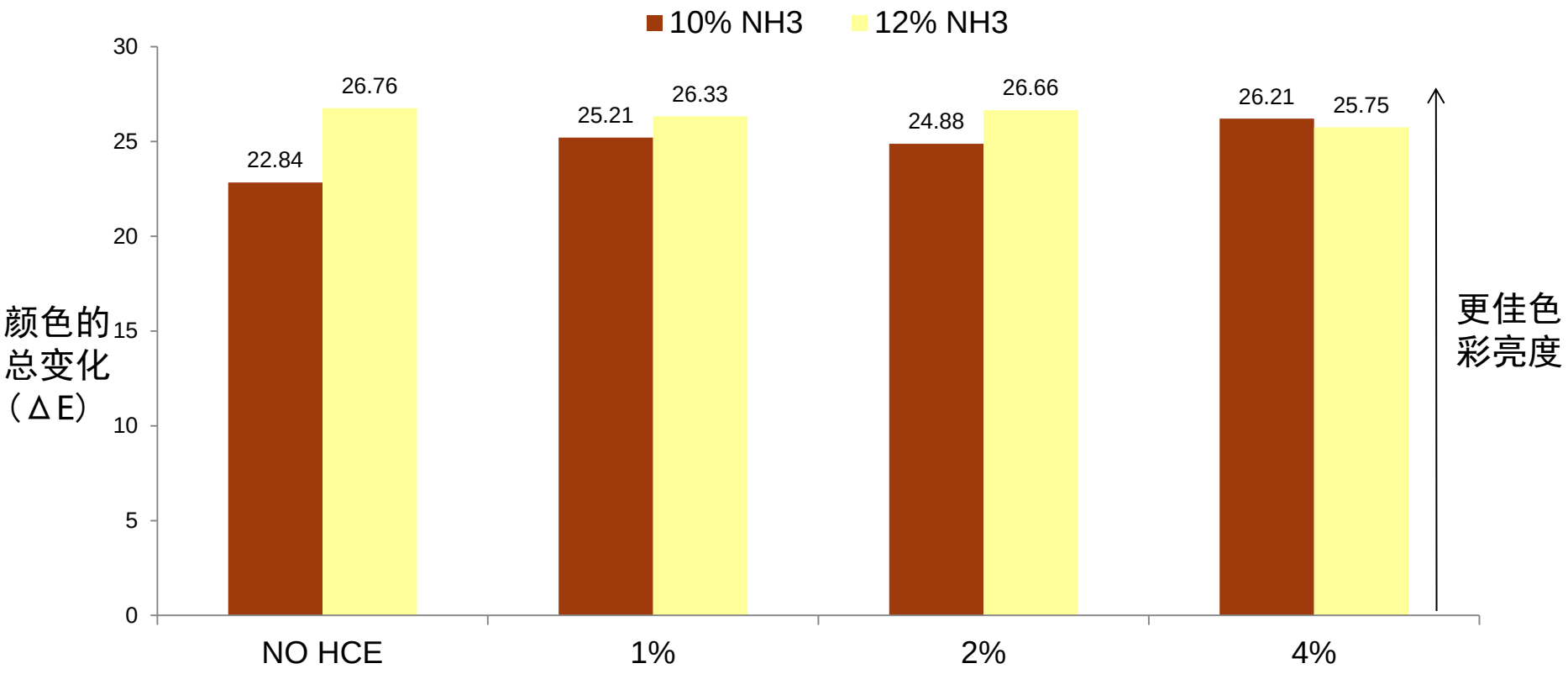


含有4% Crodafos HCE 的配方提供最佳的抗缠绕和整体调理效果

Innovation you can build on™

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯

颜色的总体变化(ΔE)

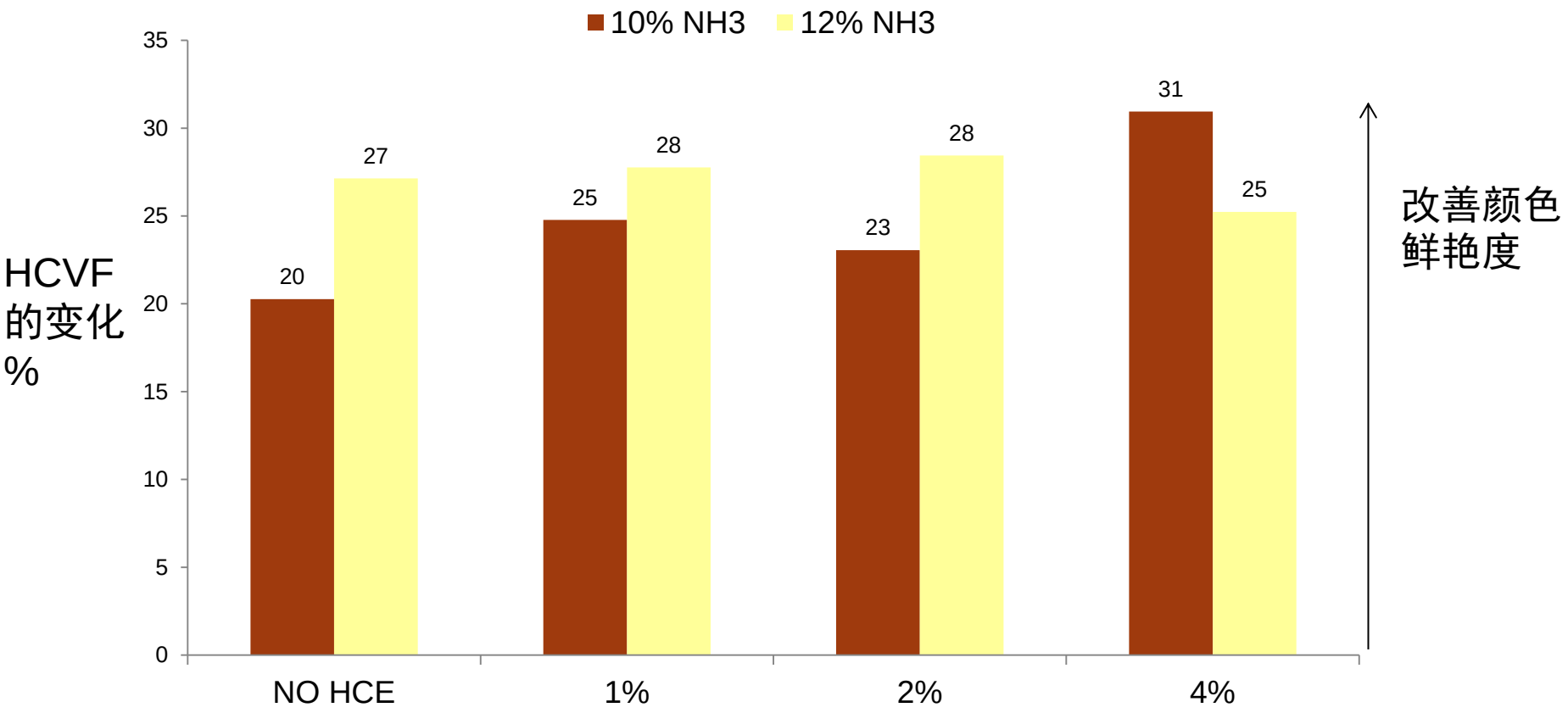


与没有HCE的配方相比，含有4% Crodafos HCE 和10% 氨的配方令色彩亮度增加15% 。

Innovation you can build on™

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯

头发颜色鲜艳系数 (HCVF)

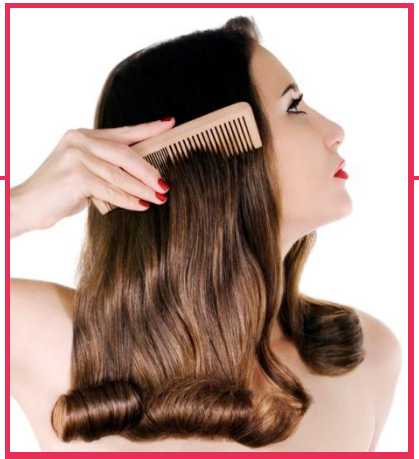


含4% Crodafos HCE 和 10% 氨的配方能提供最高的颜色鲜艳度

Innovation you can build on™

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯

顾客偏好研究



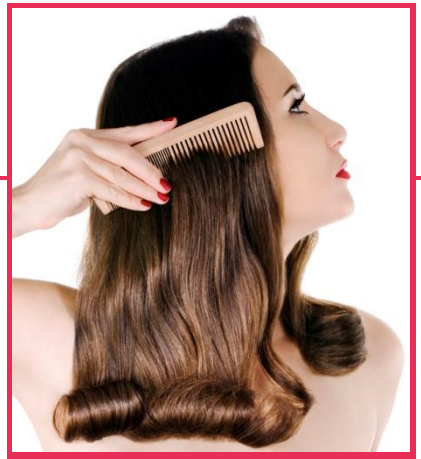
- 由20个成员组成的评估小组参与了一个强制偏好研究，研究中他们比对一组对照的发束和一组经过染色的发束，配方含4%油醇聚醚-5 磷酸酯(和) 二油醇磷酸酯和10%氨。

- 组员必须按以下准则作出选择：
  - 光泽
  - 色彩的强度
  - 鲜艳度

Hair Shine & Surface Smoothness

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯

顾客偏好研究



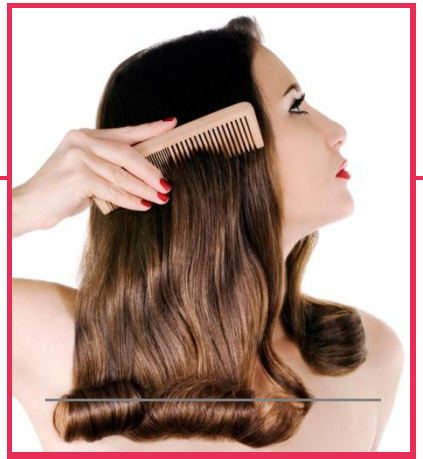
顾客更喜欢含有油醇聚醚-5 磷酸酯(和) 二油醇磷酸酯和10% 氨的配方

Hair Shine & Surface Smoothness

Innovation you can build on™

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯

SAMBA系统和偏好研究的结果

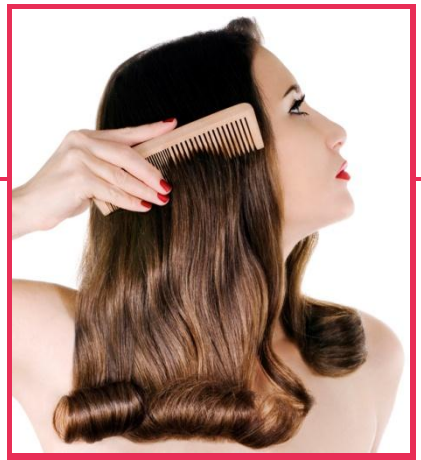


- 含有4% 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯和10%氨的染发系统配方，在湿梳和干梳，颜色强度和活力几个方面表现最好。

- SAMBA仪器所探测到的改善，顾客也同时感受得到

Hair Shine & Surface Smoothness

Crodafos HCE: 油醇聚醚-5 磷酸酯 (和) 二油醇磷酸酯



原子力显微镜对头发表面特性的研究

Hair Shine & Surface Smoothness

Innovation you can build on™

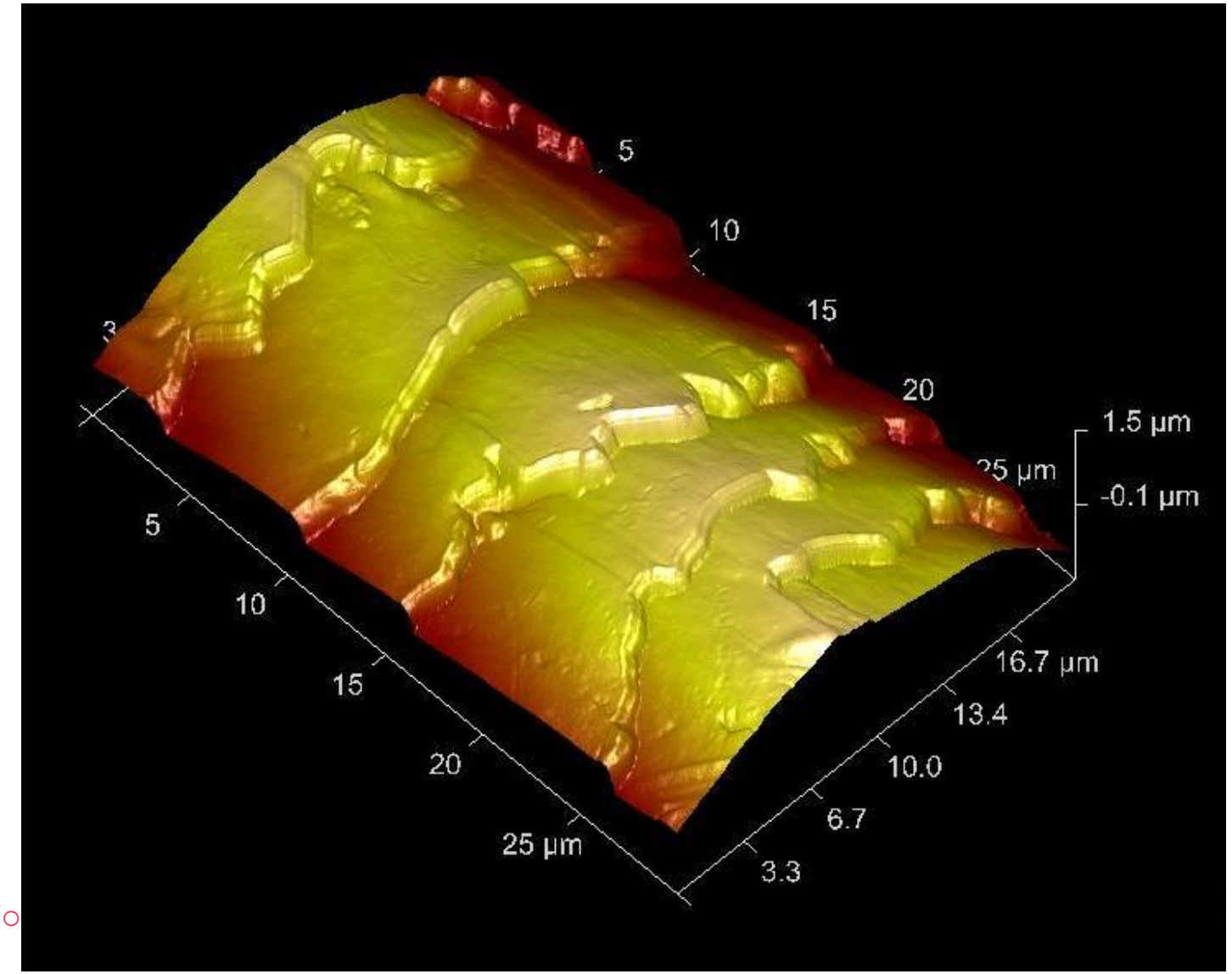
原子力显微镜 (AFM)

- **A**tomic **F**orce **M**icroscope, AFM

德国Bruker Dimension Icon P-series，附有峰力定量纳米机械模式

Hair Shine & Surface Smoothness

高分辨率AFM三维图像

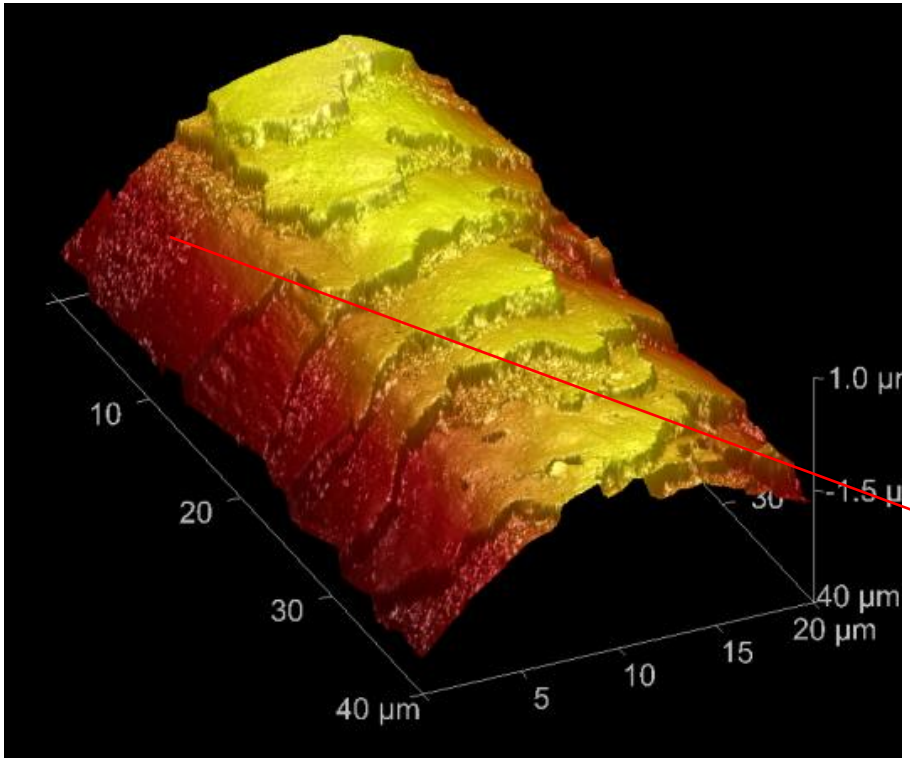


三维AFM图像分析

- “**截面分析**”绘画出表面轮廓，然后利用***交叉剖面图解***表示
- 从交叉剖面图解可得出：两个或以上的点的***垂直距离(深度)***，***水平距离***，***角度***和***表面粗糙度***
- “**粗糙度**”给出表面的不同统计数据，包括***粗糙度***，***峰值***和***零交叉***数据
- “**深度**”和“**角度**”数据可用以决定实际的“**毛鳞片角度**”和“**毛鳞片高度**”等数据

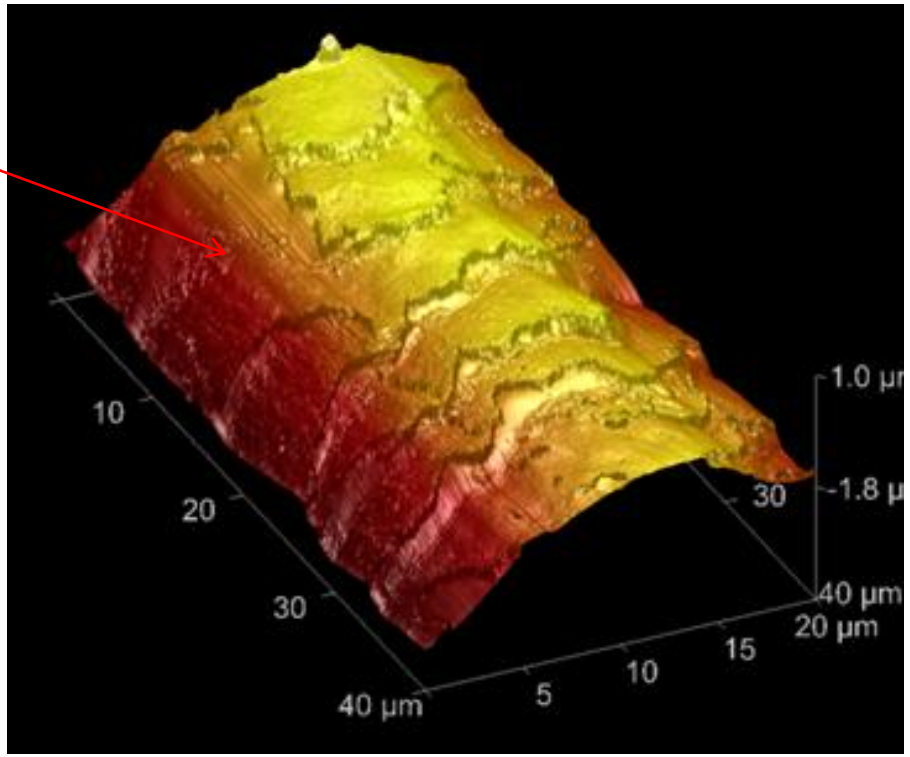
Hair Shine & Surface Smoothness

头发纤维样本的AFM图像样本

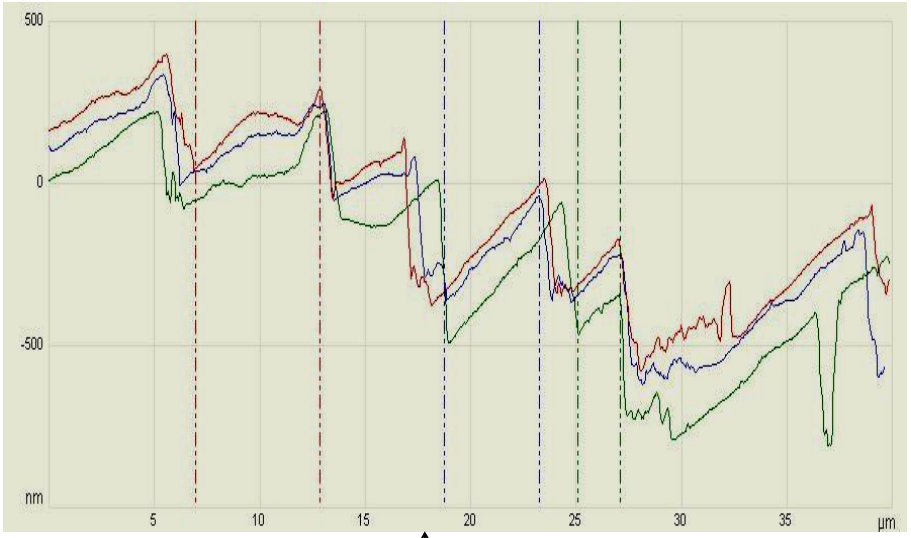


图像1： 处理前的AFM图像

图像2：经处理后的AFM图像

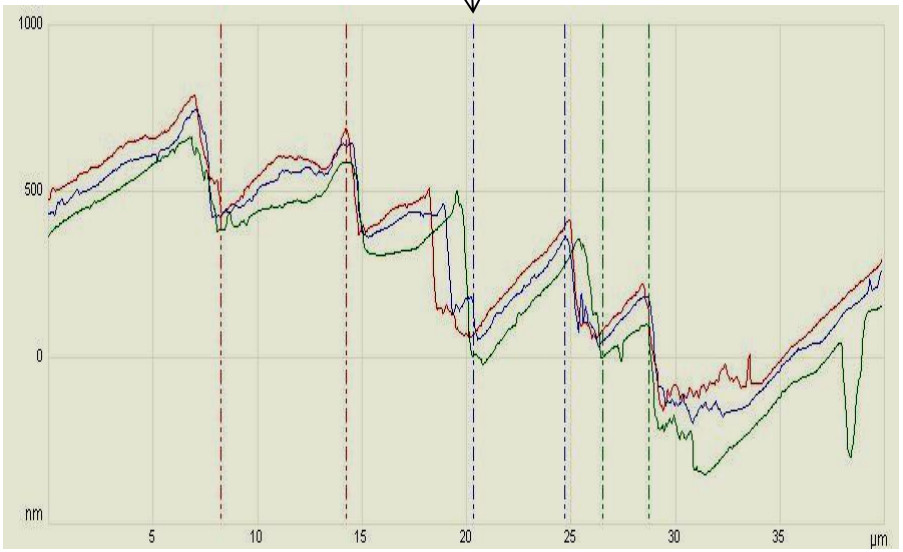


三维图像的截面分析

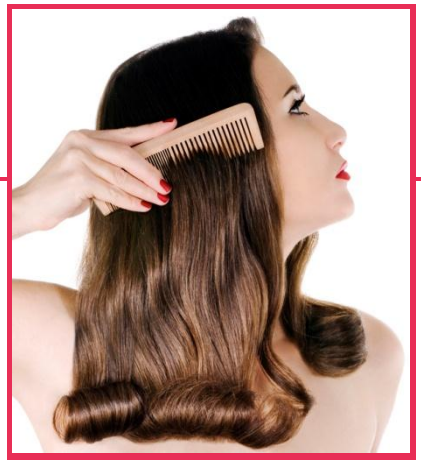


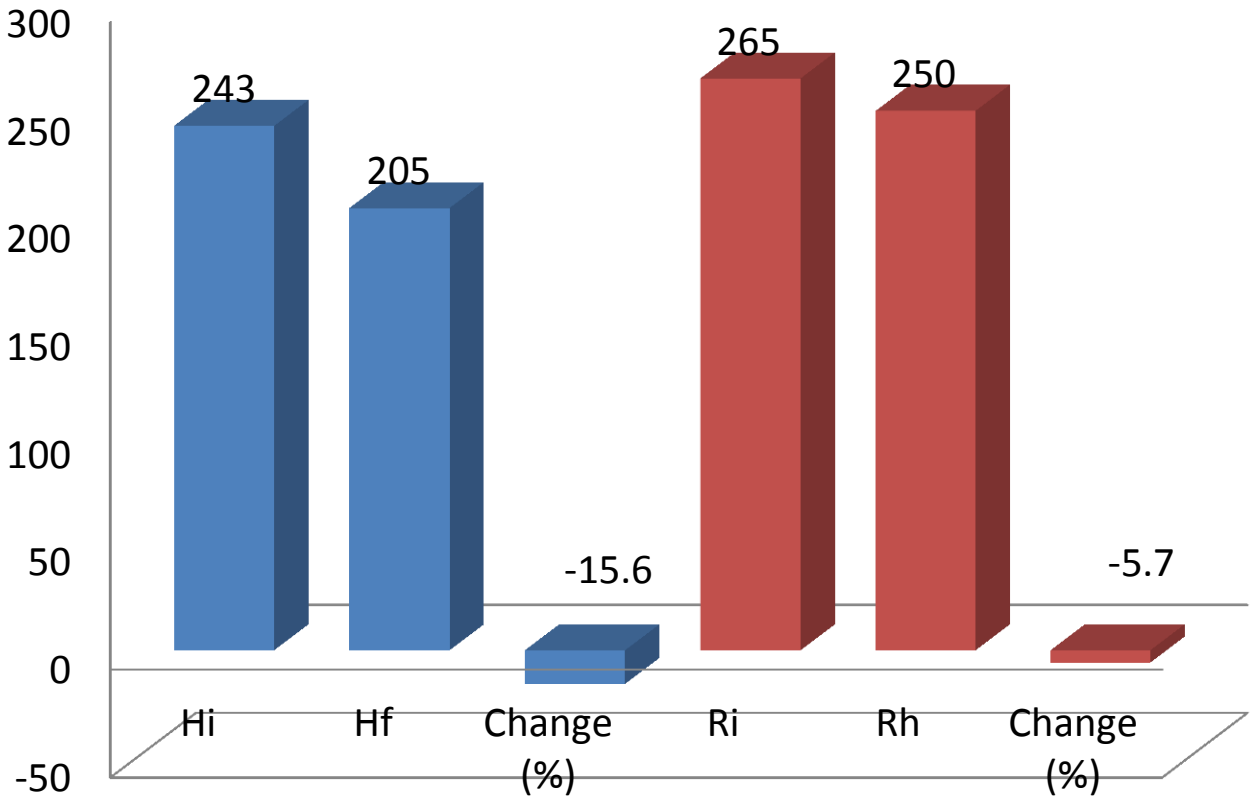
图像-1 的截面分析

图像-2 的截面分析



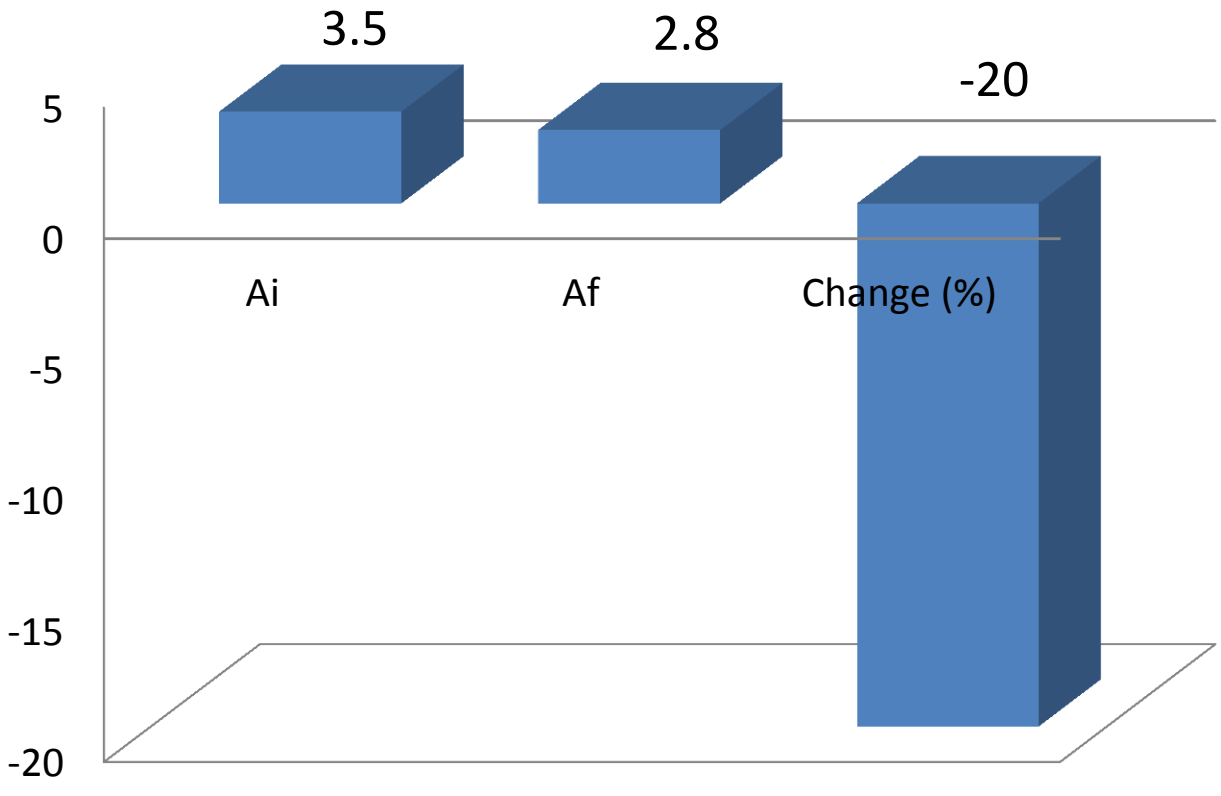
角质层高度(nm)和表面粗糙度的变化

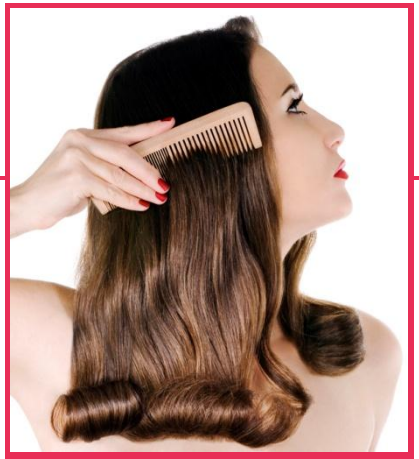




Hair Shine & Surface Smoothness

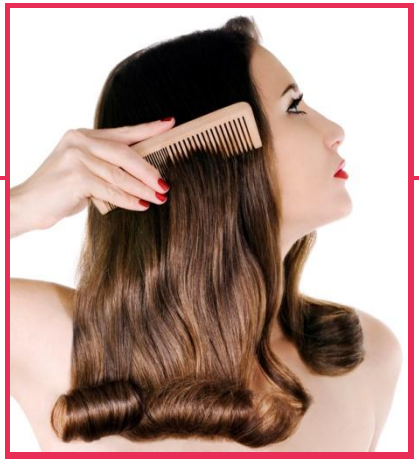
角质层角度的变化





Hair Shine & Surface Smoothness

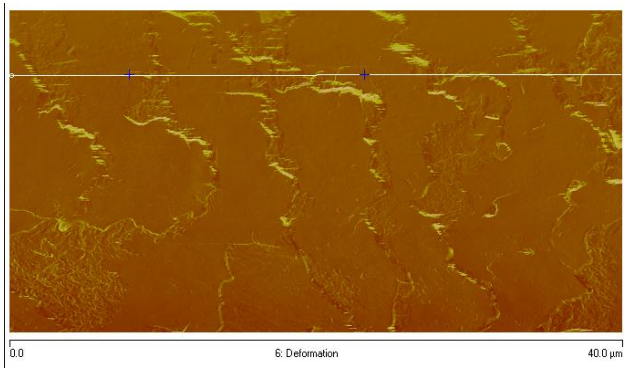
峰力定量纳米机械模式

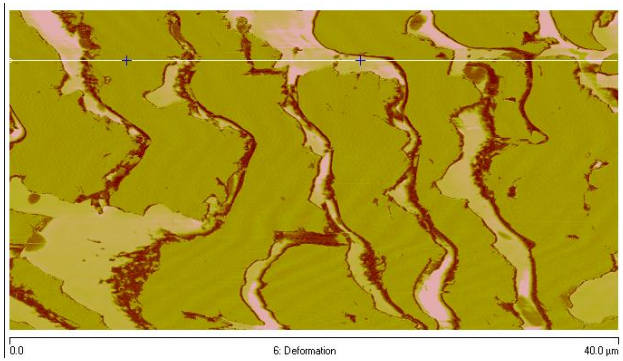


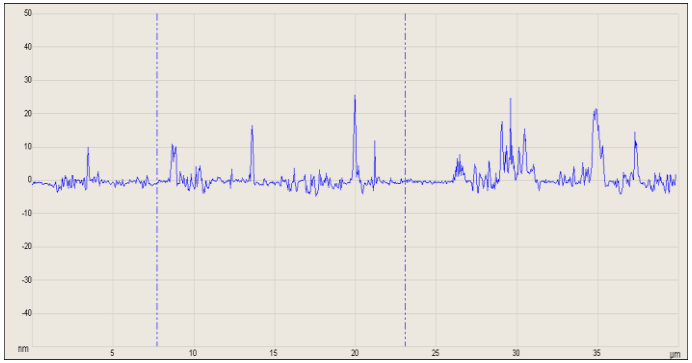
- 峰力定量纳米机械 (**Q**uantitative **N**ano-**M**echanical, QNM) 是一个绘图模式，能同时绘出展示高度和峰力定量纳米机械性质的图像。
- 粘附性—示出样品的“粘性”
- 模量—样品表面的“紧实度”
- 变形—压痕深度的近似值
- 峰力QNM可用以测定表面机械特性的变化，获取表面成膜的数据 (硬的或软的?薄的或厚的?液态的还是固态的?)

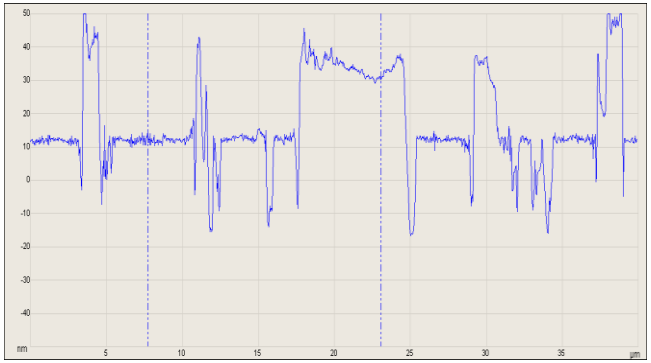
Hair Shine & Surface Smoothness

表面变形的改变









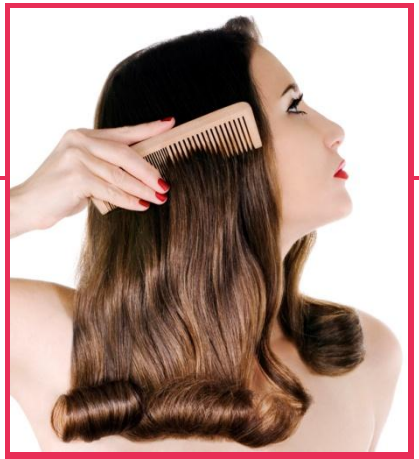
未经处理的

经喷雾处理的

Hair Shine & Surface Smoothness

Innovation you can build on™

观察



- 油膜 (软的物料)比头发毛鳞片 (硬的物料) 表现出更高的变形性
- 已测定喷出的油滴在头发纤维上形成~10 nm的液膜
- 头发上的液体逐渐铺展，并在缝隙和毛鳞片的边缘积聚

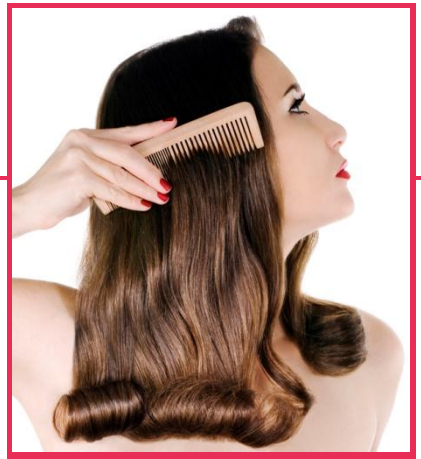
Hair Shine & Surface Smoothness

主观评估

- 25位来自禾大美国公司的小组成员，参与了发束处理前后的主观评估
- 小组成员需完成选择题问卷，答案只能选择‘更好’或‘更坏’，不设中立的答案
- 25位成员中，有24位 (96%更喜欢) 认为，经喷雾样本处理过的发束较未经处理的发束看起来更光亮，颜色更鲜艳

Hair Shine & Surface Smoothness

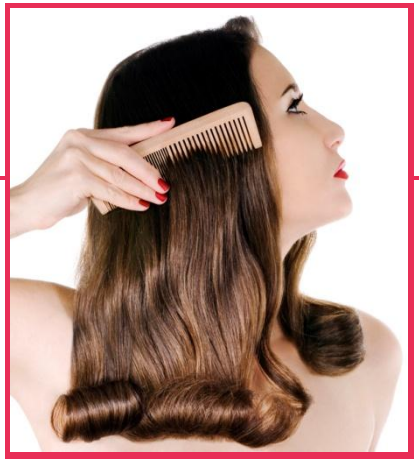
结论



- 头发平滑度的纳米级测定结果为头发光泽提供重要的启示
  - 头发表面越平滑，头发的光泽越佳，颜色鲜艳系数也越高
- 客观量度头发光泽和头发颜色鲜艳系数的结果与主观评估结果相符
- AFM是有效评定头发表面平滑度和机械性排列特点的良好工具

Hair Shine & Surface Smoothness

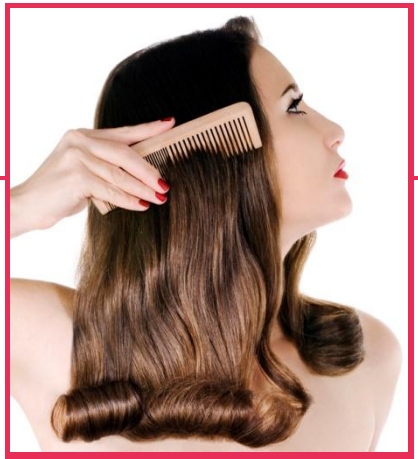
鸣谢



- 高涛博士和Peter Landa在头发光泽和表面平滑度研究上的努力和贡献
  - 有关技术文章的作者
  - 信箱：Timothy.Gao@croda.com

Hair Shine & Surface Smoothness

鸣谢



- Dr. Zhi Li 对AFM研究工作的贡献
- 禾大美国公司应用技术小组为测试提供样品（头发喷雾和染发剂）

Hair Shine & Surface Smoothness

头发光泽和表面平滑度

谢谢！

有问题吗？