

# 扫描探针显微镜 SPM 用于人类头发的表面形貌表征

SPM-021

**摘要：**由于遗传、年龄、营养、睡眠不足、精神压力等原因，乌黑靓丽的头发逐渐被干枯毛躁的白发取代。通过光学显微镜观察发现，头发由黑变白后，表面的鳞片结构也随之发生改变。本文使用岛津原子分辨率级别的扫描探针显微镜 SPM-9700HT 分别测试了人类黑头发和白头发的表面形貌结构，有望对白头发产生的机理研究提供一定的数据支持。

**关键词：**扫描探针显微镜 头发 鳞片结构

## 技术特点：

- ❖ 使用 SPM-9700HT 测试人类黑头发和白头发的表面形貌结构，并进行剖面数据分析
- ❖ 黑头发表面的鳞片结构的倾斜高度以及倾斜角度均优于白头发的倾斜高度和倾斜角度

“白发三千丈，缘愁似个长”，“白发催年老，青阳逼岁除”，“惜哉三十五，白发今已生”，由于生活节奏快、工作压力大、饮食不注意等原因，越来越多的年轻人开始感叹自己的白头发越来越多了。白头发的产生多是因为毛囊中黑色素细胞的酪氨酸酶活性下降或者丧失，导致毛囊中长出来的毛发的色素逐渐消失，从而逐渐出现白头发。虽然有人使用光学显微镜研究过头发表面呈毛鳞片结构，但是头发由黑变白后的表面结构变化却鲜有提及。

扫描探针显微镜 SPM 是一种用来研究包括绝缘体

在内的材料表面结构的分析仪器。它利用一根微小的探针在样品表面进行扫描，当样品的表面有起伏变化时，探针针尖与样品间的作用力发生变化，从而导致探针的微悬臂产生一定的弯曲，微悬臂的弯曲又导致激光在检测器上的位置发生变化，最终通过反馈系统，以纳米级分辨率反映出样品的表面结构信息。

本文使用岛津 SPM-9700HT 分别测试了人类黑头发和白头发的表面形貌结构，并进行了剖面数据分析，希望能够对白头发产生的机理研究提供一定的数据支持。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器



图 1 扫描探针显微镜 SPM-9700HT

### 1.2 分析条件

功能模式：动态模式

探针：弹性常数 9 N/m

扫描环境：大气环境

扫描范围：30  $\mu\text{m}$  x 30  $\mu\text{m}$

像素：512 x 512

### 1.3 样品



图 2 样品图片（左：黑头发；右：白头发）

### 1.4 测试过程

黑头发和白头发样品来自于同一个人，将黑头发和白头发分别用酒精擦拭一下表面，去除头发表面的油脂。然后分别剪取一段后用双面胶固定在不锈钢样品台上，采用扫描探针显微镜 SPM-9700HT 进行表面形貌测试。

## ■ 结果与讨论

### 2.1 光学显微镜观察

采用 Olympus BX51 观察样品的表面形貌（见图 3 和图 4），可以看到黑头发和白头发的表面都呈现片状且同方向排布的鳞片结构。此外，黑色头发的鳞片结构更加明显，黑色头发的鳞片倾斜高度也优于白头发的，猜测这也是黑头发比白头发粗的原因。

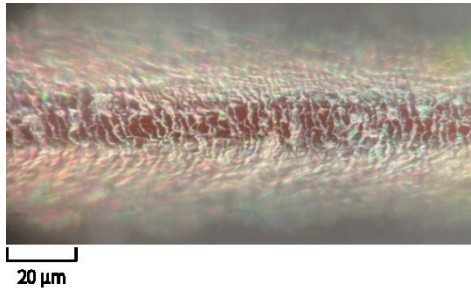


图 3 黑头发（放大 500x）



图 4 白头发（放大 500x）

### 2.2 SPM 表征

为了进一步放大观察头发的鳞片结构，随机选取头发样品的某一区域，使用 SPM-9700HT 的动态模式对 2 个头发样品进行表面形貌扫描测试，获取了 30 μm x 30 μm 样品的表面形貌以及剖面分析（见图 5）。黑头发的鳞片倾角边缘非常陡峭，而白头发的倾角边缘则比较圆润平坦。随机选取黑头发和白头发的一个位置进行剖面分析，并读取剖面线上的三个倾角的角度值（由高度和宽度的比值计算出角度值）。黑头发的三个倾斜角度分别为：7.46°、5.49°和 14.19°；而白头发的三个倾斜角度分别为：3.67°、2.83°和 5.41°，基本上比黑头发的倾斜角度小。此外，黑头发的倾角高度均优于白头发的倾角高度。

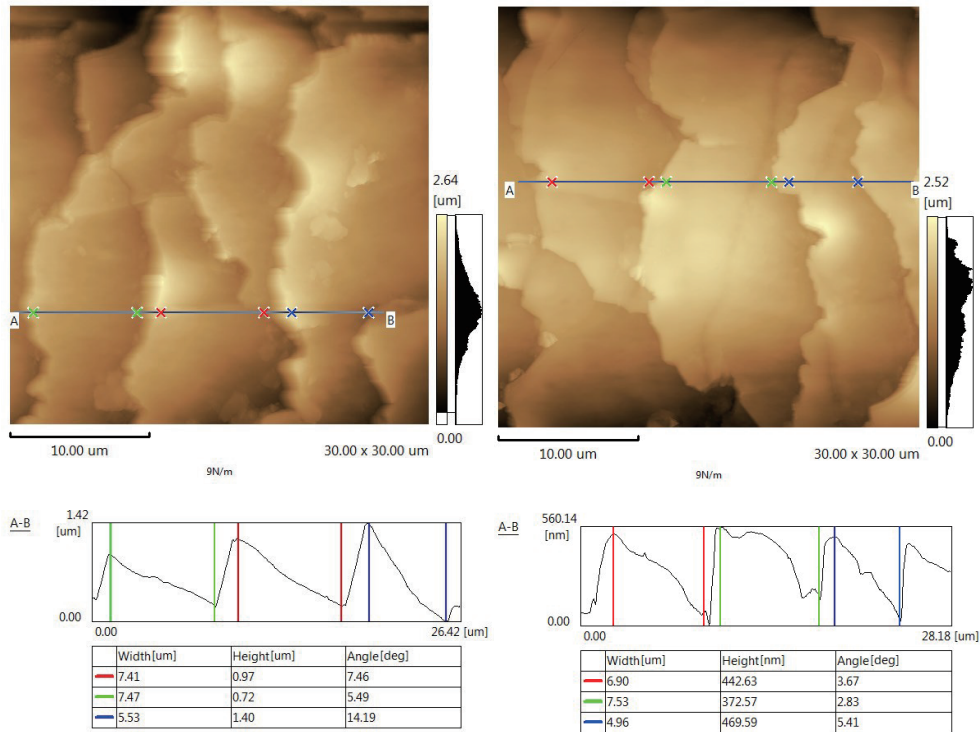


图 5 头发的表面形貌和剖面分析（左：黑头发，右：白头发）

为了更加直观地比较黑头发和白头发的表面结构差异,对 30 μm x 30 μm 范围内的二维图像进行了三维转换,得到了头发样品的三维形貌图(见图 6)。从三维图 6 中可以看到白头发的鳞片较为平坦,而黑头发表面的鳞片倾斜高度明显优于白头发的,这也可能是白头发比黑头发看起来较细的原因之一。

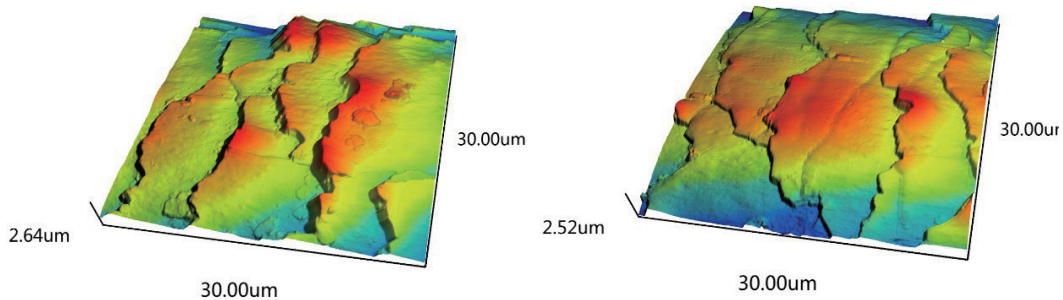


图 6 头发样品的三维形貌图 (30 μm x 30 μm, 左: 黑头发, 右: 白头发)

## ■ 总结

岛津扫描探针显微镜 SPM 具有快速响应的高速扫描器、独特的头部滑移结构以及丰富的测量模式,除了普通的形貌扫描,还可拓展电流、电势、磁力以及纳米力学测量等功能。本文使用岛津 SPM 表征了人类黑头发和白头发的表面形貌。实验结果表明,黑头发表面的鳞片结构的倾斜高度均优于白头发的倾斜高度,相应的倾斜角度也大于白头发的倾斜角度。该表面形貌的研究结果有望对白头发产生的机理研究提供一定的数据支持。

岛津应用云

