

# SPM 在轮胎用橡胶中的应用

## SPM-036

**摘要：** SPM 能够在纳米尺度上对橡胶表面形貌、微观结构及性能进行精确表征。通过对轮胎用橡胶的 SPM 分析，可深入了解橡胶的微观结构与宏观性能之间的关系，为优化橡胶配方、提升轮胎性能提供有力依据。使用 SPM 技术可有效揭示橡胶表面的粗糙度、相分离情况以及填料的分散状态等关键信息，为轮胎橡胶的研发和质量控制开辟了新的视角。

**关键词：** 轮胎 橡胶 表面形貌 SPM

### 技术特点：

- ❖ 可以快速准确的对样品的形貌进行观测；
- ❖ 通过仪器自带的软件可以将二维形貌图转化为 3D 图，可以更直观观察样品表面的形貌。

轮胎作为汽车的关键部件，其性能直接影响行车安全与舒适性。橡胶是轮胎的主要材料，其微观结构决定了轮胎的耐磨性、抓地力等性能。传统检测方法难以精确揭示橡胶的纳米级微观结构。扫描探针显微镜（SPM）技术的出现为橡胶微观结构的深入研究提供了可能，其能够在大气、真空等多种环境下工作，通过探针与橡胶表面相互作用，获取高分辨率的表面形貌图像和力学性能数据。SPM 技术以其高分辨率和

非破坏性测量的特点，能够为橡胶微观结构的研究提供有力支持。它不仅观察到橡胶表面的微观形貌，还可以通过测量橡胶表面的力学性能来了解橡胶的内部结构。

本文使用 SPM 技术，观测轮胎用橡胶的表面形貌及填料在橡胶基体中的分散状态，从微观结构上为轮胎橡胶的研发和质量控制开辟了新的视角。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

岛津扫描探针显微镜 SPM-Nanoa

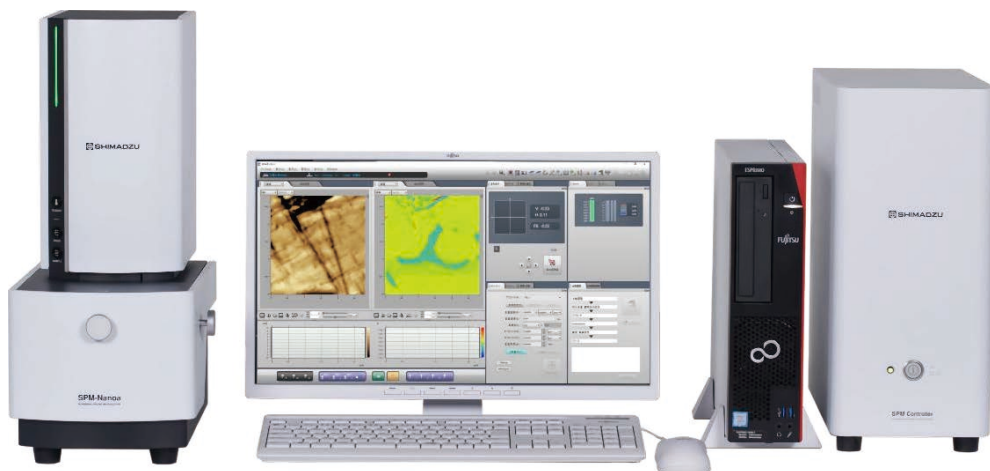


图 1 扫描探针显微镜 SPM-Nanoa

### 1.2 测试条件

功能模式：相位模式  
探 针：26 N/m  
像 素：512 x 512  
扫 描 器：55 $\mu$ m x 55  $\mu$ m x 13  $\mu$ m（扫描范围、深度）

### 1.3 样品及前处理

直接用双面胶将样品固定到不锈钢片样品托上，测试面朝上，如图 2 所示。

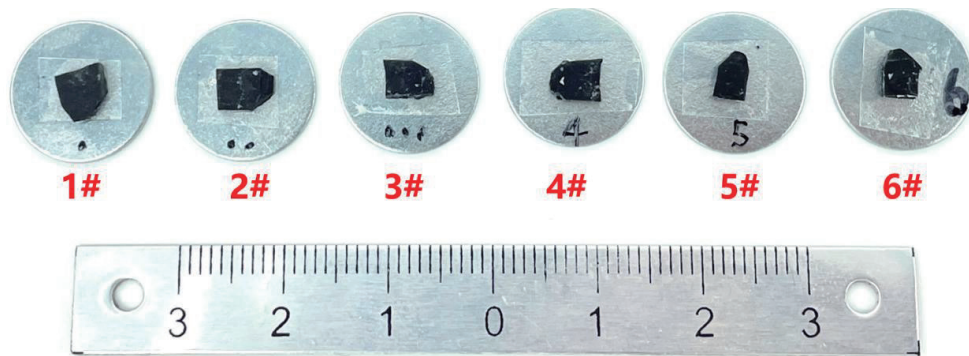
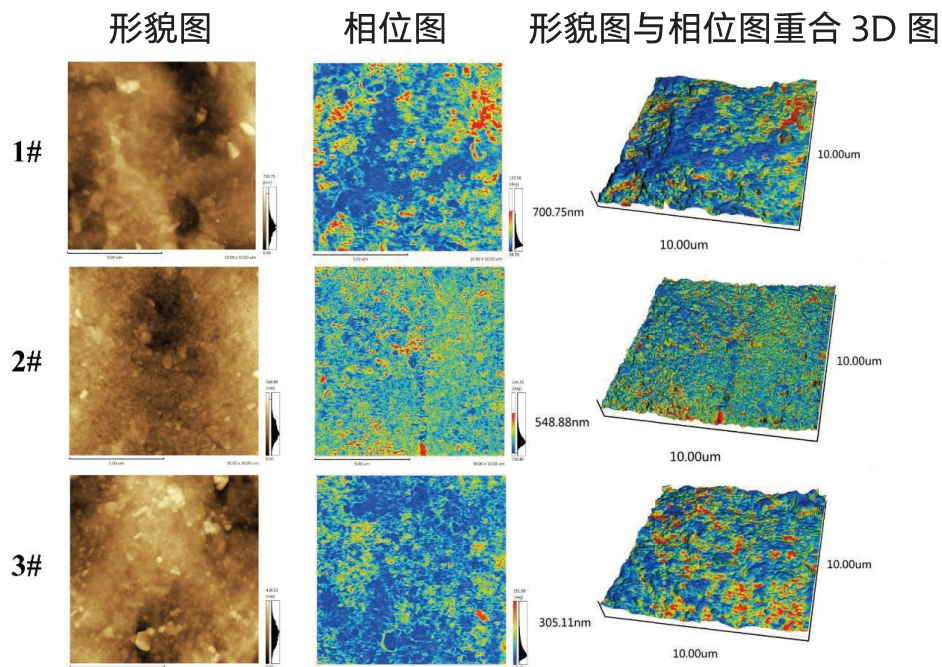


图 2 固定后的样品图片

## ■ 结果与讨论

使用 SPM-Nanoa 相位模式分别对 6 个样品进行测试，获得了 6 个样品在 10  $\mu$ m\*10  $\mu$ m 范围内的形貌图、相位分布图、形貌图与相位图重合 3D 图，测试结果如图 3 所示。其中，在相位图中，颜色的差异代表不同的组分，颜色差异越小表示测试区域内组分分布越均一。



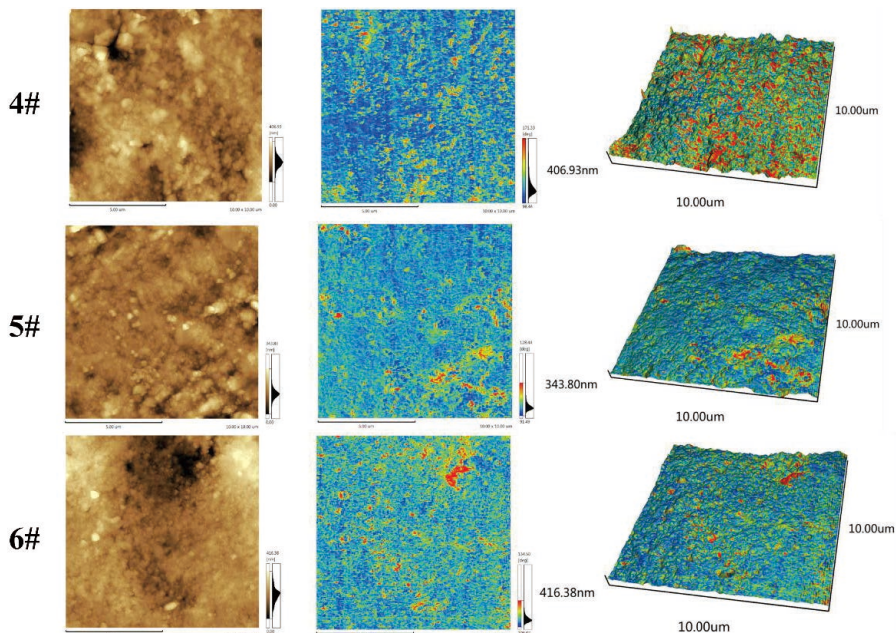


图3 测试样品的数据图

为了获得测试区域内样品的粗糙度，使用仪器自带软件可直接获取测试区域内的表面粗糙度数值，分别具体测试数据如表 1 所示。从测试数据看，6 个样品的均方根粗糙度数值相差还是比较大的，最大值为 104.124  $\mu\text{m}$ ，最小值为 38.531  $\mu\text{m}$ 。但由于测试区域仅 10  $\mu\text{m}$ \*10  $\mu\text{m}$ ，如果样品表面的均一性不好，测试结果可能存在一定的偏差，因此为了测试结果的准确性，往往需要在同一样品上测试多个区域。

表 1 测试区域内均方根粗糙度 Rq 数值

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#
均方根粗糙度 Rq	104.124 nm	84.398 nm	70.711 nm	57.091 nm	38.531 nm	72.759 nm

## ■ 结论

使用岛津 SPM-Nanoa 对 6 个轮胎用橡胶样品进行测试，分别获得了对应的形貌图、相位分布图、形貌图与相位图重合 3D 图，从相位图中可以直观观察橡胶中不同组分的分散均匀性，并通过仪器自带软件可直接、快速获取测试区域内的表面粗糙度数值。该测试从微观结构上为轮胎橡胶的研发和质量控制开辟了新的视角。

岛津应用云

