

## 如何呈现扫描电镜样品表面的“真实形貌”

发布者：飞纳电镜

扫描电子显微镜（SEM）是依靠电子束与样品相互作用产生俄歇电子、特征 X 射线和连续谱 X 射线、背散射电子等信号，对样品进行分析研究。

扫描电镜在表征样品时，受诸多参数的影响，不同类型样品应选用合适的参数，才能呈现出样品更真实的表面信息。如在不同的加速电压下，电子束与样品作用所获得的信号会有很大的差别。从理论上说，入射电子在样品中的散射轨迹可用 Monte Carlo 的方法模拟（如图 1 所示），并且推导得到入射电子最大穿透深度  $Z_{max}$ 。

$$Z_{max}=0.0019(A / Z)^{1.63}E_0^{1.71}/\rho$$

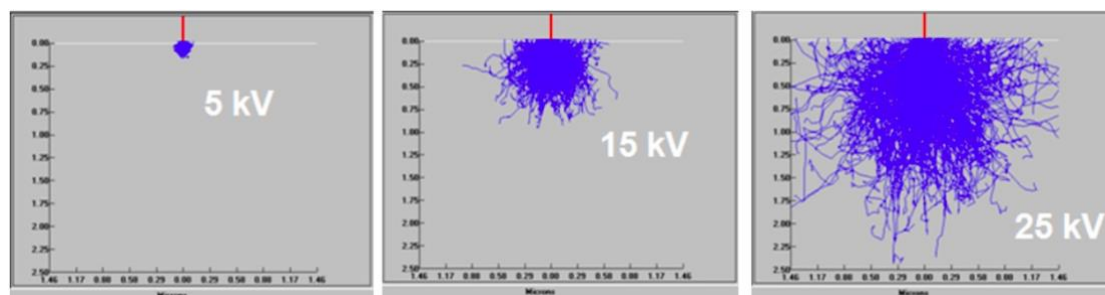


图 1 电子在钛（Ti）金属中的运动轨迹

随着加速电压的增加，入射电子激发深度越深，探头接受的信号包含大量材料内部的信息。

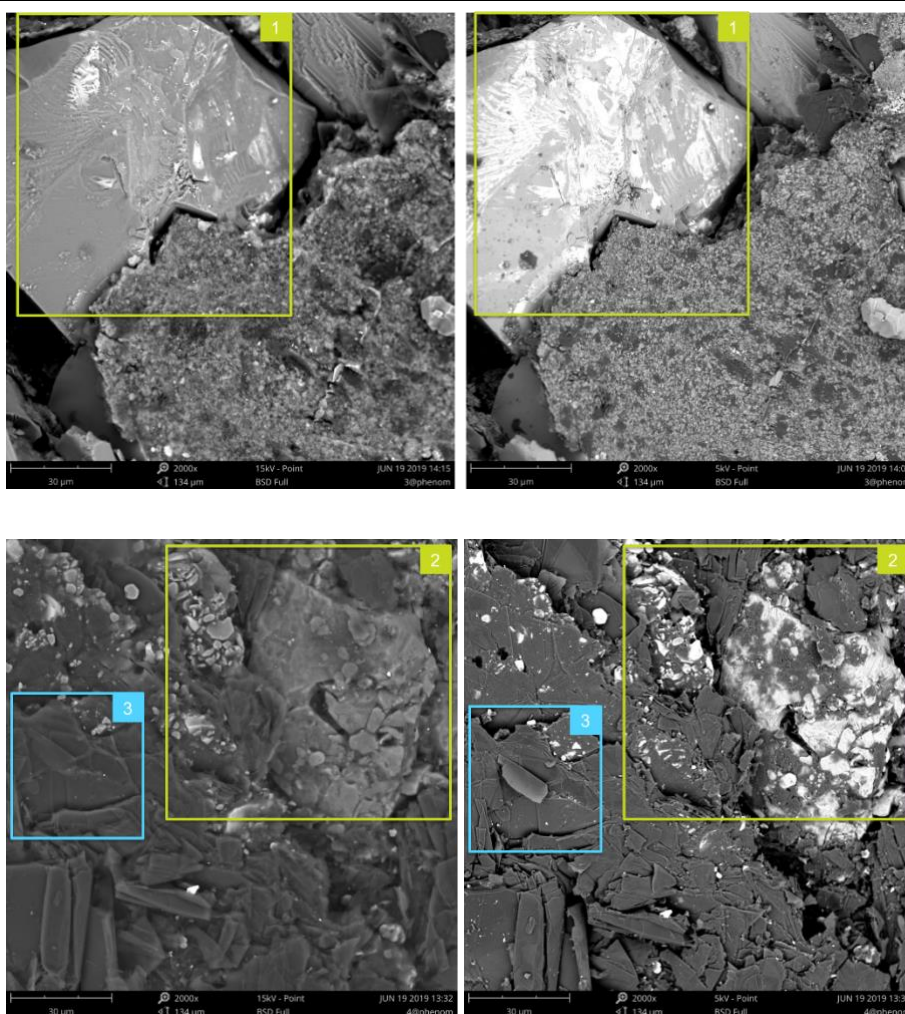


图 2

对比图 2 背散射电镜 (BSD) 图片可以看出同一样品位置在不同加速电压下, 样品表面成分衬度、形貌发生了明显的变化。

1、2 区域在 5kv 成像时, 样品表面有白色衬度相, 在 15kv 成像时表面主要为灰色衬度相+少量白色衬度像。

对此样品 1 区域成分分析结果如图 3 所示, 白色衬度相主要由 Zr 组成, 灰色衬度相主要由 O、Si、Mg、Al 组成。

由此可以看出,15kv 成像时,高能电子束穿透了表面含 Zr 层,呈现出了下部的主要由 O、Si、Mg、Al 组成相。在 5kv 成像时,电子束未穿透表面含 Zr 层,呈现出更接近于真实的样品表面的成分衬度相。

3 区域在 5kv 下表面细节清晰有立体感,15kv 下由于电子穿透深,表面细节丢失且无立体感。因此对于此类样品,低电压下对于表面形貌的呈现更真实。

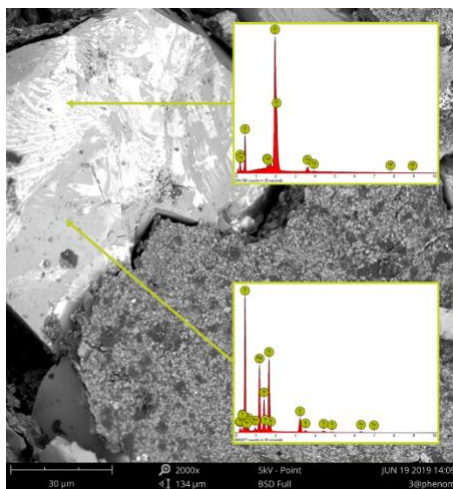


图 3

在使用扫描电镜时,可以尝试不同的加速电压、真空度等参数,你会发现随着参数的调节,样品表面形貌会发生(微小或者巨大)变化,找到适合自己样品的参数,才能拍摄出“更真实”的 SEM 图片。