扫描电镜照片参数解读及主要参数选择

1、扫描电镜照片参数解读

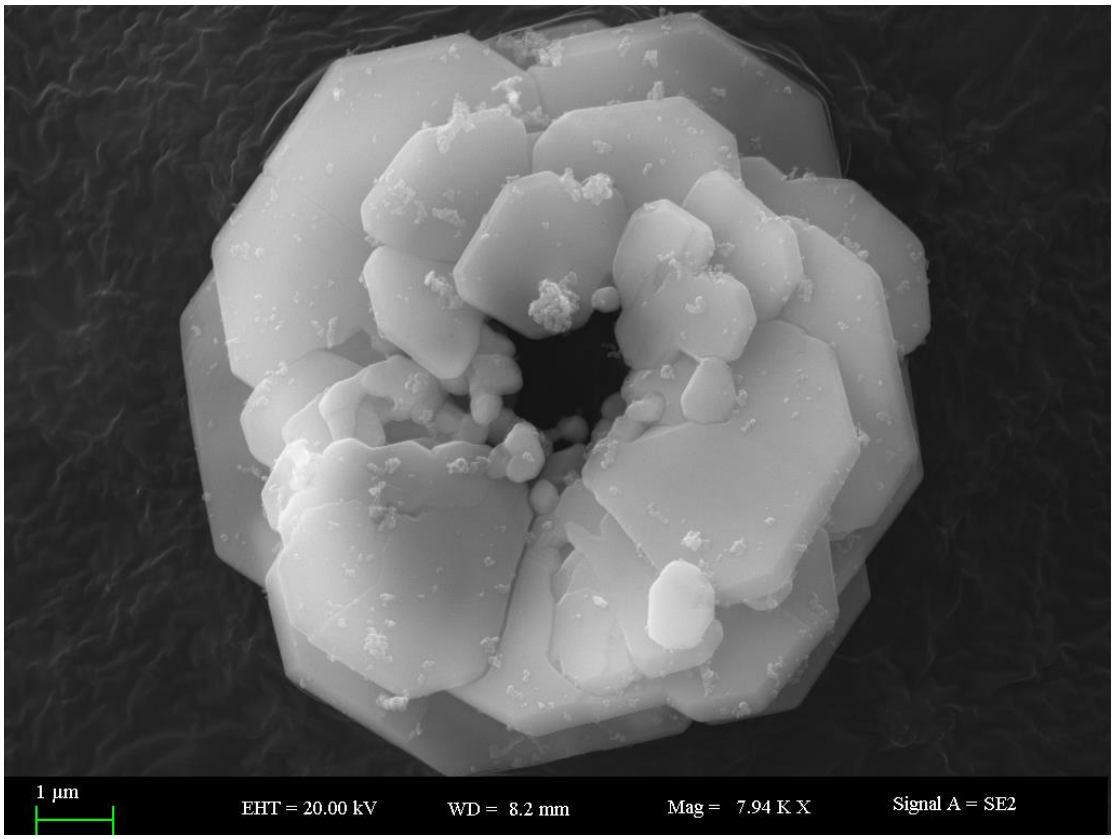

图 1 扫描电镜图片展示，EHT=20.00kV 即加速电压 20kV；WD=8.2mm，即工作距离 8.2mm；Mag=7.94KX 即放大倍数 7940 倍；Signal A=SE2 即用 SE2 探测器。

扫描电镜参数众多，皆可显示在图片下方工具栏中，但决定图像质量最直接、最关键因素是加速电压（EHT）、工作距离（WD）、放大倍数（Mag）和检测器种类，因此本台扫描电镜检测结果只选择显示这几个重要指标。

2、电镜参数解读

2.1 加速电压

一般，加速电压越高，图像分辨率越高，当样品导电性好且不易受电子束损伤时可选用高加速电压，这时电子束能量大，对样品穿透深，材料衬度减小，图像分辨率提高。但加速电压过高，电子束对样品的穿透能力过大，样品表面信息缺失，样品看起来像玉一样，如图2D。

低加速电压时，入射电子能量较低，其与样品的作用深度较浅，更能反映样品最表层的信息，有利于样品表层形貌的观察（图 2A，C）；此外，低加速电压可以有效地减少荷电现象，更易观察不导电样品。如图 2B，样品在 10kV 加速

电压下边缘过亮，说明此处电荷大量积累，而图 2A 用 1kV 加速电压拍摄的同一部位就没有明显的荷电现象。

因此，根据自己的要求灵活地选择加速电压，才能得到理想的电镜图像。当需要观测样品的表面信息、样品的导电性较差、样品的热稳定性较差时，需要选择较低的，甚至是超低的加速电压。当需要得到分辨率高的图像、样品表面存在有机污染或是样品内部的相组成信息时，需要选择较高的加速电压。

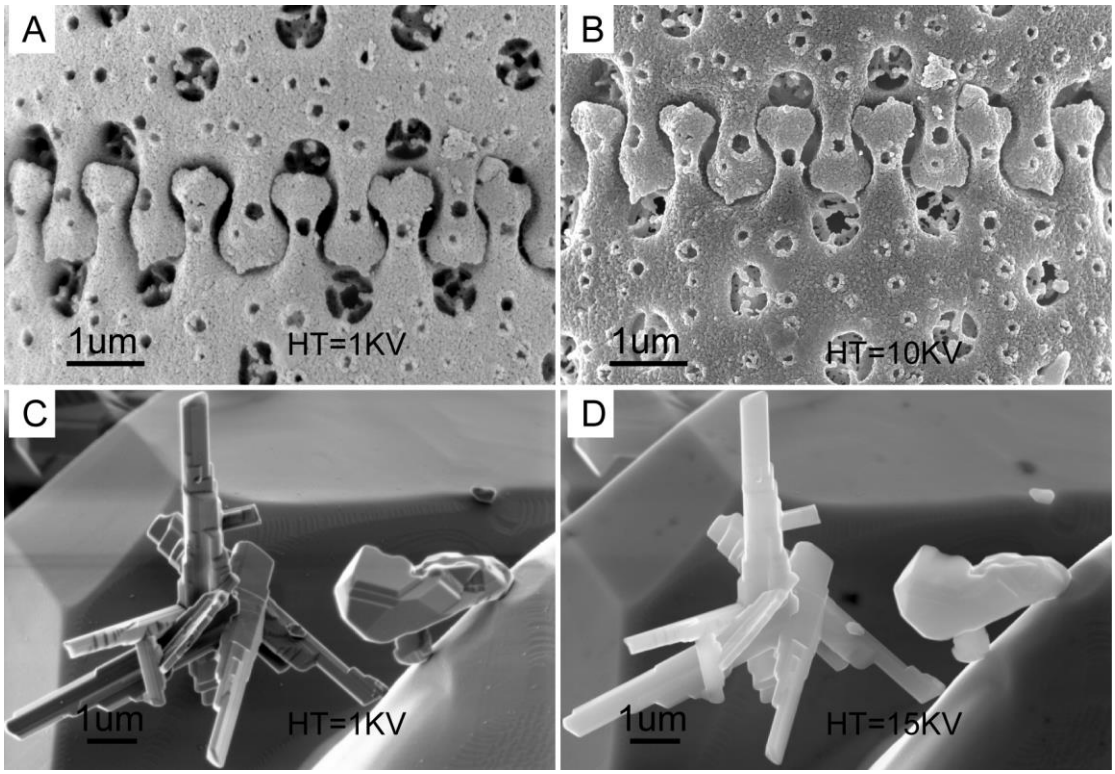

图 2 不同加速电压条件下的二次电子像。A，C 为 1KV 加速电压条件下图像，图像表面细节清晰。B 为 10KV 加速电压条件下图像，图像边缘效应较强。D 为 15KV 加速电压条件下的图像，图像表面细节看不出。

2.2 工作距离

工作距离（WD）是物镜下极靴到样品表面的距离。工作距离增大时，样品上的束斑变大，分辨率下降，但孔径角减小，景深增加。同时，较大的工作距离可以实现极小倍数成像，放大倍数能够达到几十倍（图 3）。通常工作距离可在 2-45mm 范围内选用。观察高分辨图像时可选用小于 5mm 的工作距离，配合本机 Inlens 探测器；而观察粗糙断口表面或较大的植物样品时可以选用 10mm 以上的工作距离，以获得较大的景深。

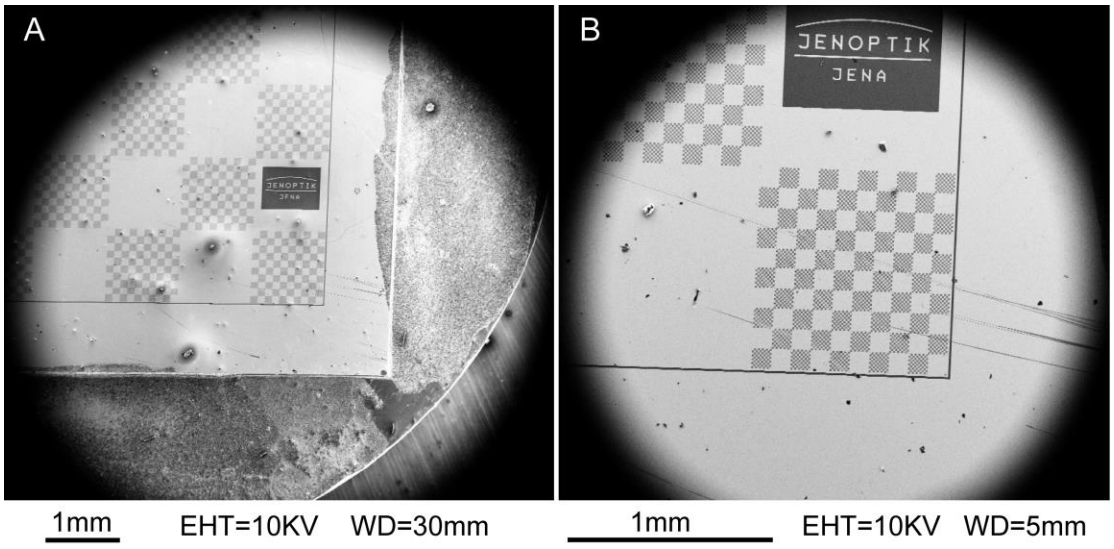

图 3 不同工作距离条件下的二次电子像的最小倍数图片。

2.3 探测器种类

SE2 和 Inlens 都是二次电子探测器，用于样品形貌检测。ASB 探测器是背散射电子探测器，用于元素衬度成像。详见：各种探测器成像效果

2.4 放大倍数和标尺

扫描电镜放大倍数：体现线圈磁场变化控制电子束扫描区域大小的能力范围，是图像显示尺寸和电子束在样品扫描区域尺寸的线性比值，以 M 表示，如果样品上长度为 L_s 直线上的信息，在显像管上成像在 L_c 长度上，则放大倍数为：

$M=L_c/L_s$

现在的扫描电镜几乎全部用数码相机照相。每个厂家对放大倍数的定义均不相同。每个仪器上也会有很多放大倍数显示方法，比如本机最常用的是标准放大倍数，即该扫描区域对应 545 底片上的倍数；此外还有屏幕放大倍数，即扫描区域对应电脑显示屏的放大倍数。因此对于不同仪器，相同放大倍数下看到的区域不一定一样大。此时需要看标尺，所有仪器上的标尺长度是一致的。

而对于同一台仪器，操作人员没有调节放大倍数显示方法的前提下，照的同一倍数的照片，大小绝对一致。但有时同一放大倍数下，显示的标尺是不一样的，如有时 5000 倍的照片显示 1μm 的标尺，有时显示的是 2μm 的标尺，但标尺显示的长度绝对是按比例的。有很多同学要求拍照的时候一定要相同的倍数下相同的标尺，但标尺是仪器根据放大倍数自行跳转的。非要调成一样是可以的，但这给工作人员带来了不便，多花费了时间，却没有实际意义。