

# 扫描旋转及在改善截面样品成像中应用

周宏敏 李明 付圣权

(中国科学技术大学理化科学实验中心, 安徽 合肥, 230026; )

**摘要:** 扫描电镜是材料学研究中的常用仪器。对于一般导电性良好的材料, 扫描电镜成像效果较好, 但对于需要观察样品截面尤其是观测外表面的截面样品时, 往往由于边缘处的电场影响, 截面成像易畸变, 很难获得可靠的成像效果。一般会通过调节电压, 束流、工作距离, 样品台倾斜角度的调整以及成像模式等提高成像效果。成像中容易被忽略的扫描旋转的调整对于截面样品的成像畸变有时具有良好的改善效果。

**关键词:** 扫描电镜; 截面; 成像

## Scanning rotation and its application in improving cross-sectional sample imaging

Zhou Hongmin, Li ming, Fu Shengquan

Instruments Center for Physical Science, University of Science and Technology of China; Hefei Anhui

230026, China

**Abstract:** Scanning electron microscopy is a commonly used instrument in materials science research. For materials with good conductivity in general, scanning electron microscopy imaging results are good. However, for cross-sectional samples that require observation of the sample cross-section, especially the outer surface, it is often difficult to obtain reliable imaging results due to the influence of the electric field at the edges. Generally, the imaging effect is improved by adjusting the voltage, beam current, working distance, sample stage tilt angle, and imaging mode. The adjustment of scanning rotation, which is easily overlooked in imaging, sometimes has a good effect on improving the imaging distortion of cross-sectional samples.

**Keywords:** scanning electron microscopy; cross-section; imaging

扫描电镜通过入射电子轰击样品, 激发和收集二次电子以获得样品极表面形貌像。相对透射电镜, 扫描电镜对样品要求不高且制样相对简单, 因此经过一定程度培训的研究生也可独立上机进行简单常规测试。对于一般导电性良好的样品, 扫描电镜成像效果较好, 但对于需要观察样品截面尤其是观测外表面的截面样品时, 往往由于边缘处的电场影响, 截面成像

易畸变，很难获得可靠的成像效果。电压（Accelerating voltage），束流（Beam current）、工作距离（Work distance），样品台倾斜角度（T）的调整以及成像模式（Line/Frame）的选择是常用的调整参数，有时调整效果也是非常有限。其中成像模式 Frame 通过矫正对成像畸变有一定的改善，但相对 Line 成像在单点的分辨率上有所下降；样品台倾斜角度的改变是样品实际的倾斜，样品截面不再是垂直面，影响实际截面成像形态。在成像中容易被忽略的扫描旋转（Scan rotation）的调整对于截面样品的成像畸变有时具有良好的改善效果。

## 1 什么是扫描旋转

电子束从极靴中射出后汇聚到样品为一个仅有数纳米的大小的束斑，再通过逐点移动实现对样品目标区域扫描成像。逐点移动的方向由扫描线圈控制，可在平面内 360 度可调。由于扫描线圈调整电子束偏转使得扫描方向发生改变，但成像时仍然按照水平的方式给与图像展现，直接体现为图像以中心为轴，进行了一定角度的旋转，此即为扫描旋转。扫描旋转成像展现似乎是样品在旋转，实际上此时样品并未移动，仅仅是成像的视角发生了角度的改变。以图 1 中扫描电镜对截面成像示意图为例：图 1-1 中图中示意的绿色的点为逐点扫描的起点，箭头为扫描方向，成像后展现图片为图 1-2。当扫描角度改变时，以 90 度为例，如图 1-3 所示，扫描的起始点（绿色）和扫描方向发生了改变，但仍然按照水平方向展示，即在电脑屏幕上展现的图像为图 1-4 所示，与图 1-2 图像相比旋转了 90 度。

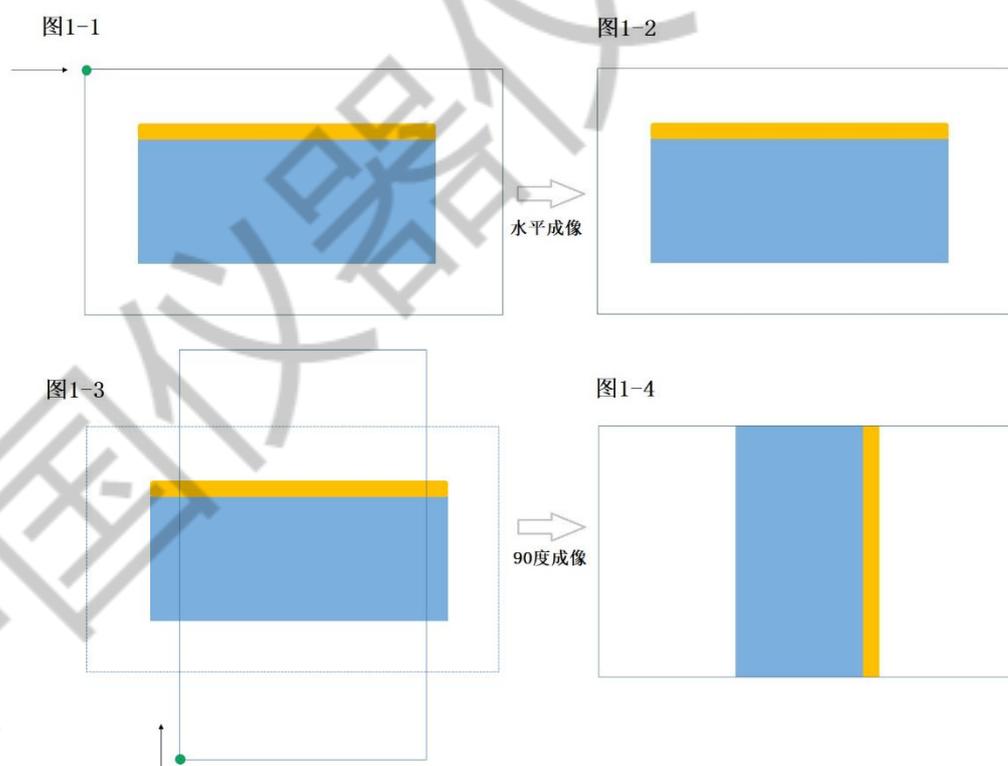


图 1 扫描旋转成像示意图