

i-TEM 软件测量 TEM 高分辨像的晶面间距

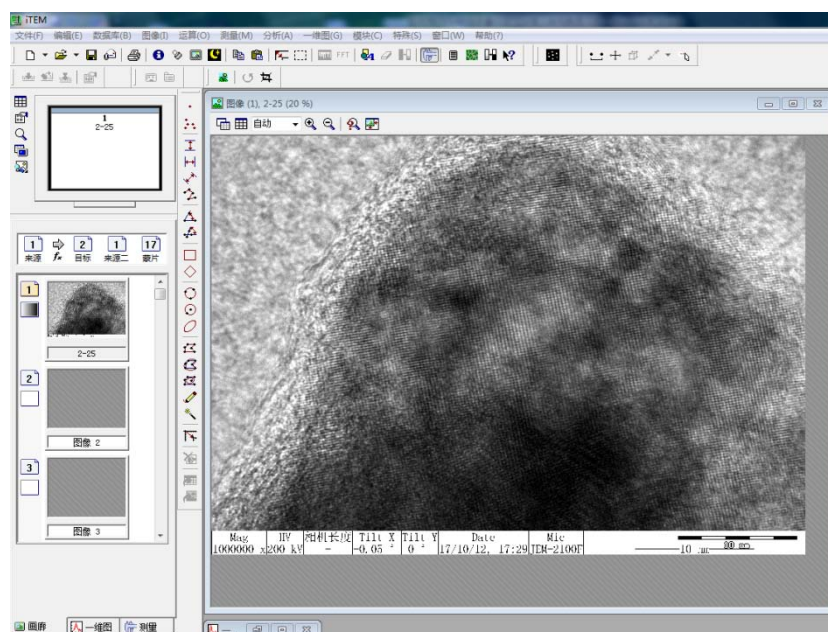
► 泰靖 关波

(分析测试中心电镜组 Tel: 010-62588935 Email: guanbo@iccas.ac.cn)

在透射电镜中，电子束穿透晶体样品后，携带了样品的结构信息，再经过物镜聚焦，在物镜后焦面上形成衍射花样，由于透射束与衍射束相互干涉，最终在物镜像平面形成的相位衬度显微图像，即高分辨电子显微像。高分辨像也称为晶格像，能够直观地给出晶面的排列信息，在晶体材料研究中具有非常重要的作用。

在分析高分辨像时，最重要的一个工作是尽可能准确地测量晶面间距，一般可采用直接依据标尺测量多个晶面间距再平均的方法，但是由于晶面间距较小（通常在 0.1-2nm），这种测量方法误差较大，尤其是有机晶体的高分辨像往往没有较清晰的面积比较大的区域，直接测量的误差就更大。利用高分辨像的快速傅立叶变换（FFT）谱图对晶面间距进行测量可大大提高准确性，很多软件都可以对图像进行快速傅立叶变换，透射电镜的 CCD 相机软件都具有 FFT 的功能，下面介绍利用电镜室的透射电镜所配的 CCD 软件 i-TEM 进行高分辨晶面间距测量的方法：

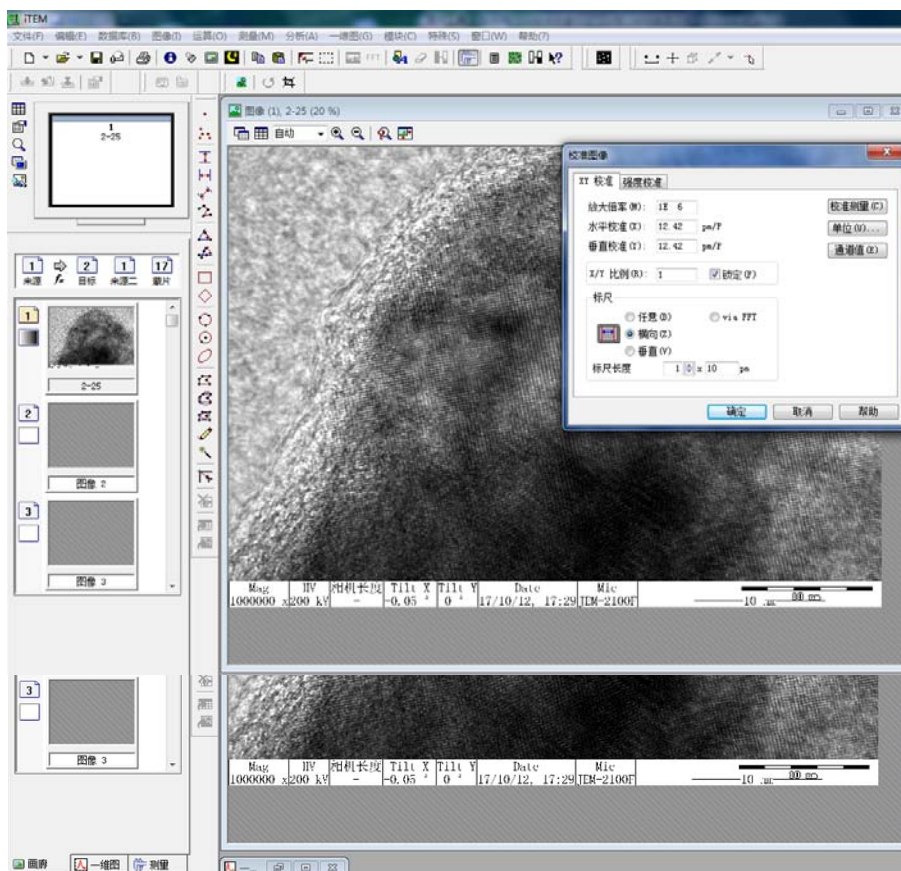
1、打开软件 i-TEM，单击菜单栏“文件”，下拉菜单中单击“打开”，弹出对话框中选中目标，打开，此时界面显示如下图。

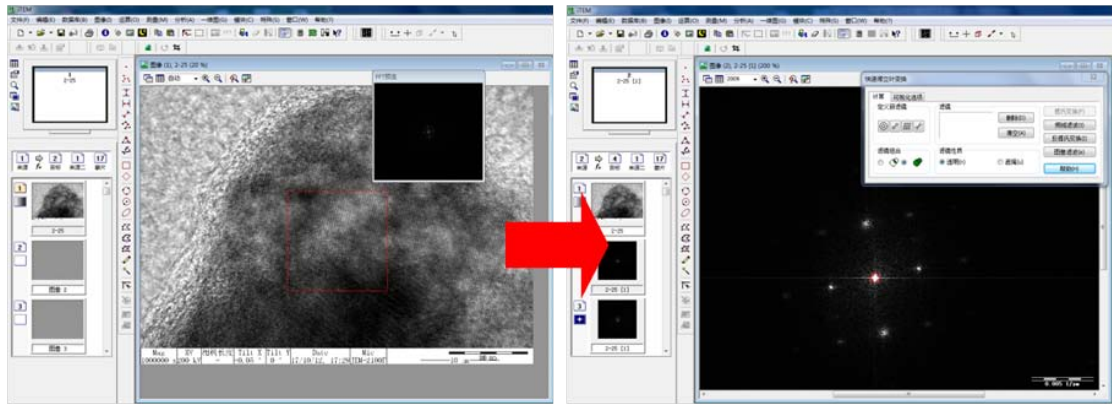


2、确认打开的图片是否可以 FFT 变换：单击菜单栏“运算”，下拉菜单中选择“快速傅立叶变换”，在下一级菜单中单击“FFT”，弹出下图所示对话框，若“傅式变换”选项显示为如下图所示蓝色状态，即可以选择区域进行 FFT 处理；若“傅式变换”选项显示为灰色不可选择状态，表示图像不可进行 FFT 处理。此时，需要对图片进行处理：选中图片，单击菜单栏“运算”，下拉菜单中选择“分离色彩”，在下一级菜单中单击“亮度”选项，此时处理过后的图片就可以进行 FFT 处理；

3、检查图片的标尺是否正确：若图像为 .jpg, bmp 等格式，软件不能识别标尺，造成标尺不正确，则需对图片进行标尺校准。选中图片，单击菜单栏“图像”，下拉菜单中单击“校准图像”，弹出下图所示对话框，选择正确的标尺长度和单位，点击“确定”，然后点击对话框中的校准测量，对图片中的标尺进行校准。校准测量时，为确保标尺的精确度，可以将图片放大后再进行校准测量。

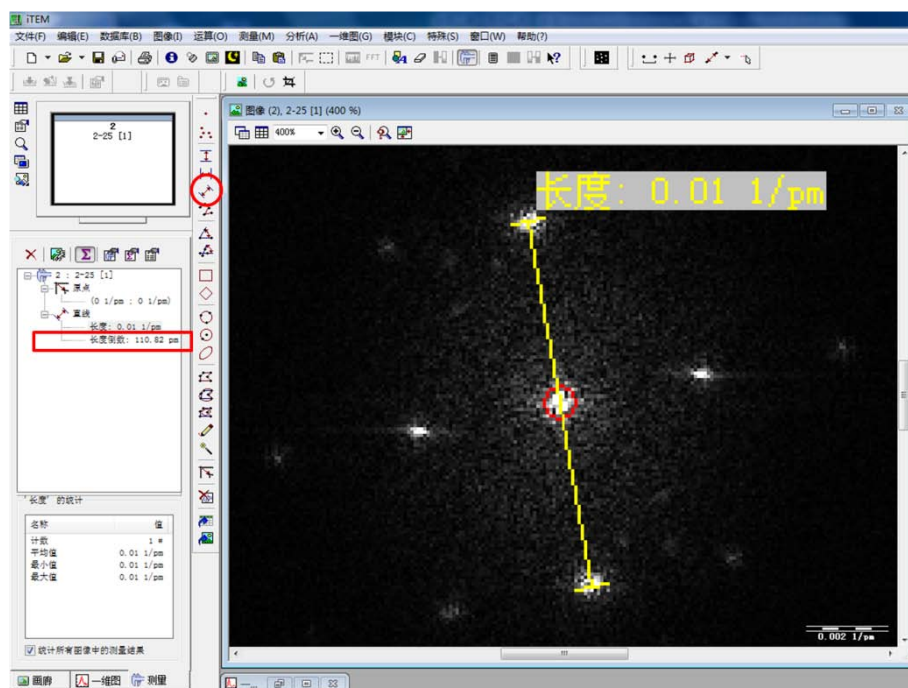
4、FFT 处理：菜单栏选择“运算-快速傅立叶变换-FFT-傅式变换”，弹出红色方框，选择需要变换的区域，单击鼠标右键即可对选中的区域进行 FFT 处理，得到如下图右图所示的花样。

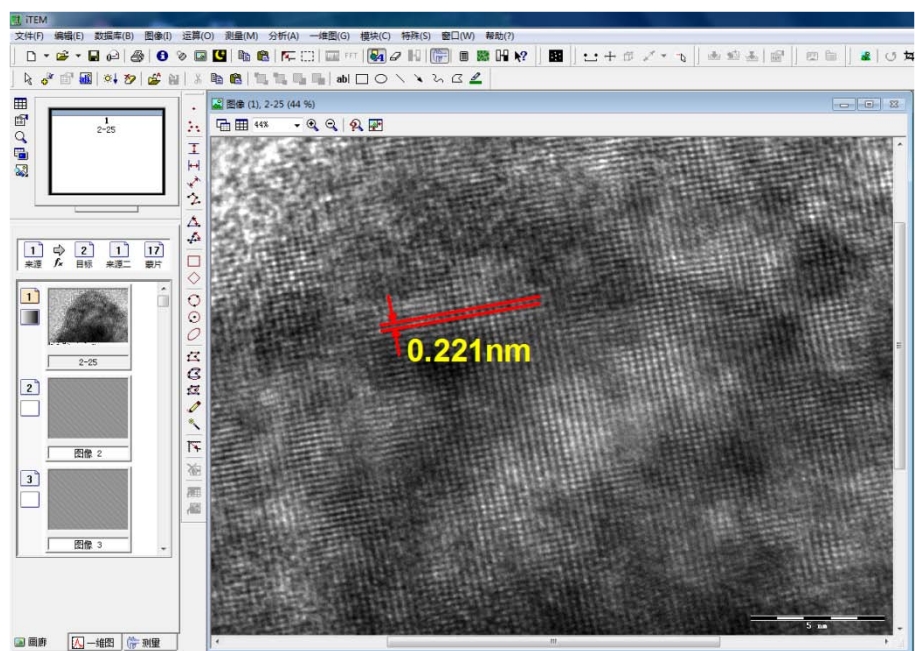




5、测量晶面间距：每一个斑点 to 中心点的距离就是与其垂直晶面的晶面间距，为了减小测量误差，我们选择测量关于中心点对称的两个斑点的距离，同时为确保测量的精确度，需要将图片放大后再进行测量，点击工具栏中的“任意距离”选项（图中红色圆圈所示），点击关于中心透射斑对称的两个斑点的中心位置，点击软件界面左下方“测量”选项，即可显示测量距离（长度倒数，即图中红色方框所示），然后用这个数值乘以 2，即为晶面间距。

6、在高分辨图中进行晶面间距的标定：在高分辨像中找出与 FFT 中所测量的斑点直线垂直的晶格条纹，标出该晶面并输入晶面间距值。





致谢

感谢分析测试中心丁丽萍老师对稿件的多次审读和编辑加工！