



# 上海科技大学量子器件中心 (SQDL) 工艺设备 SOP

## 3D 电子扫描显微镜 半自动 EBL

版本：V1

发布年份：2022 年

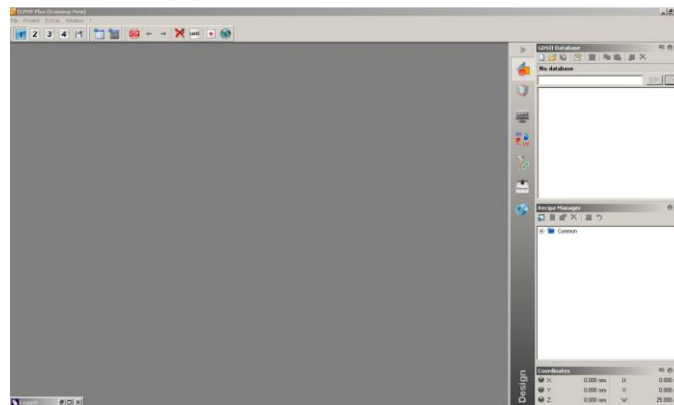
编写人：马驰原

设备管理工程师：马驰原

## 主要步骤:

[测束流](#) - [设置曝光参数](#) - [校准写场](#) - [电镜调整](#) - ([图形绘制](#)) - [曝光](#)

## 软件界面



## 测束流



**Step 1.**  Stage control >> Position >> Faraday Cup on holder >> Go

**Step 2.** Beam On 束闸打开, 注意此时应调整电镜视野中心位置, 使其处于法拉第杯中心。

注意, 若电镜不受控制, 可侧边栏 >> Beam Blanker 双击 >> Beam Blanker in Use, Mode >> 先 Auto 再 External


**Step 3.** 侧边栏 >> Specimen Current Monitor 双击 >> 勾选 SCR On & Spot (注意, 有红字才正常) >> 十字调至中心 >> 改变电镜等设置可至 SEM Controls 其余选项卡

**Step 4.** 记录 Specimen Current Monitor 中稳定束流 Beam Current (pA) >>取消勾选 Spot

---

**Step 5.** Stage control >> Step >> Chetty >> Go

## 设置曝光参数

**Step 1.**  选择或设置写场。Patterning Parameter >> Patterning parameter calculation (最上端右侧白纸图标) (以下以 25 $\mu$ m 写场设置为例)

**Step 2.** 修改 Beam Current (上一部分 step4, 注意单位不同) (nA)

**Step 3.** Area >> Area Step Size 0.02 $\mu$ m >> Area Dose 100 $\mu$ m/cm<sup>2</sup> (ETH 为 10kV 时情况; 若 ETH=20kV, 此值为 200) >> 更新 Area Dwell Time & Dose (计算器图标)

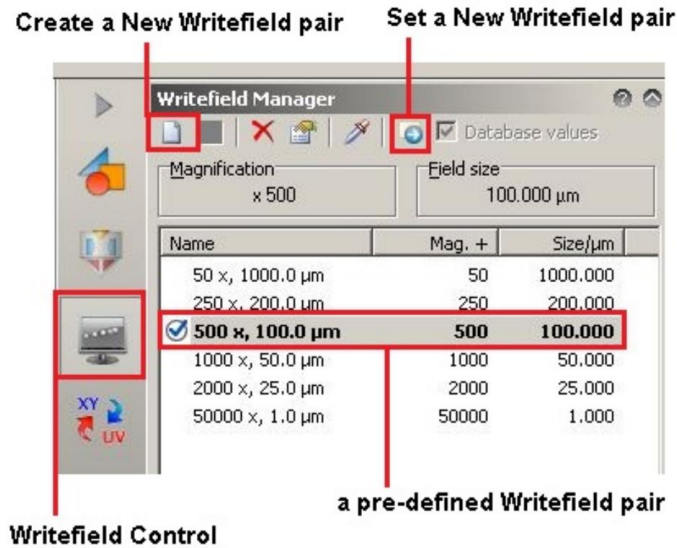
**Step 4.** Curved elements >> 类似 step3

**Step 5.** Lines >> Line Dose 为 Area Dose 的 3 倍, 其余步骤类似 step3

**Step 6.** Dots >> Dots Dose 为 Area Dose 的千分之一 (此处仅看数值), 其余步骤类似 step3

(显示红色则为未保存, 不代表设置错误)

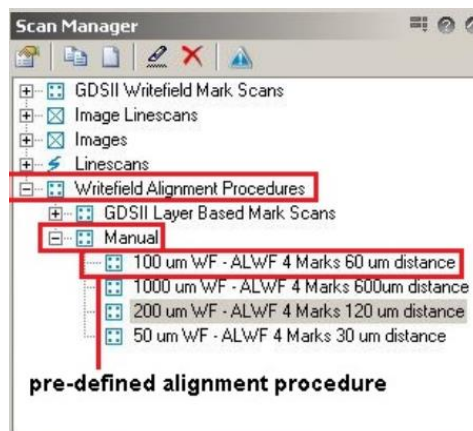
## 校准写场




**Step 1.** Writefield Manager >> New Writefield Properties (也可直接选择现有的) >> Magnification 和 Field size (按照对应关系设置) >> OK

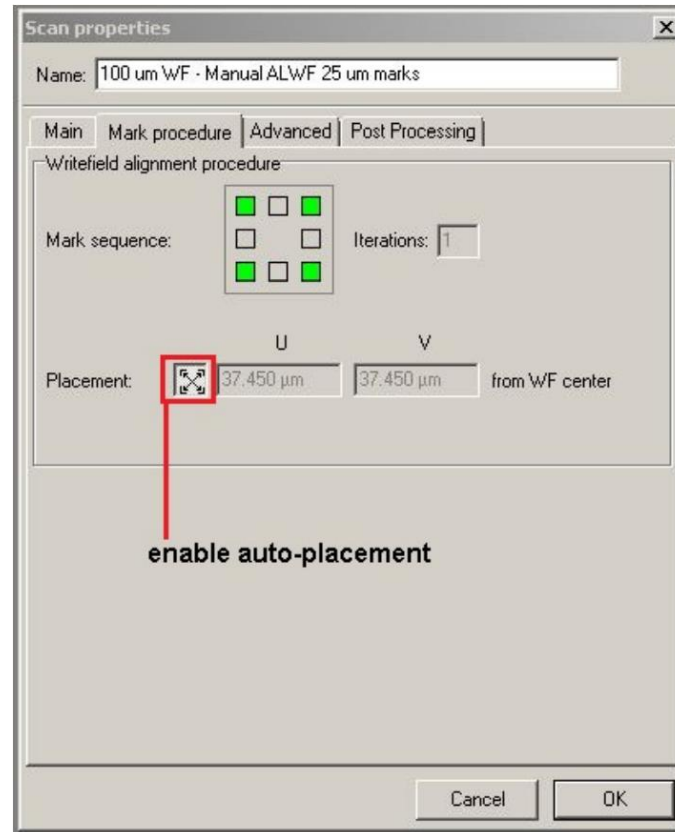
**Step 2.** Writefield Manager >> Set new writefield 发送 (箭头 指向对应的 name)

**Step 3.** Scan Manager >> Writefield Alignment Procedures >> Manual >> Create new scan with default parameters (图标为白纸) >> Scan properties >> Main >> Scan size 3μm (一般为写场大小的 1/10) >> 更新 Step size & Scan size (计算器图标)

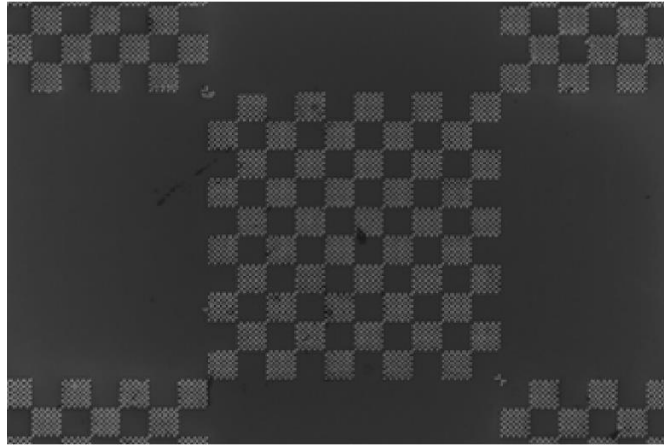


**Step 4.** Mark procedure >> Mark sequence 选择左下, 右上和右下三个点 >>

Placement U & V 改成 10 (不可编辑时, 点击旁边  图标) (写场为 25 $\mu$ m, 25 $\mu$ m/2=12.5 $\mu$ m, 估算 2/3 后最接近整数 10) >> OK




**Step 5.** 移动电镜使其视野中心位于标样棋盘格中心或顶角 (置中点选择尽量用摇杆, 避免 shift+双击, 因为可能需要额外设置) >> 选写场发送 >> Manual 菜单中新建的 Scan, 右击>> Execute >> 弹出窗口 continue >> ctrl+左键不放, 到达调整目标点 (终点) 再松开 (注意, 起点不必选) >> continue 继续校准其余两点 >> accept



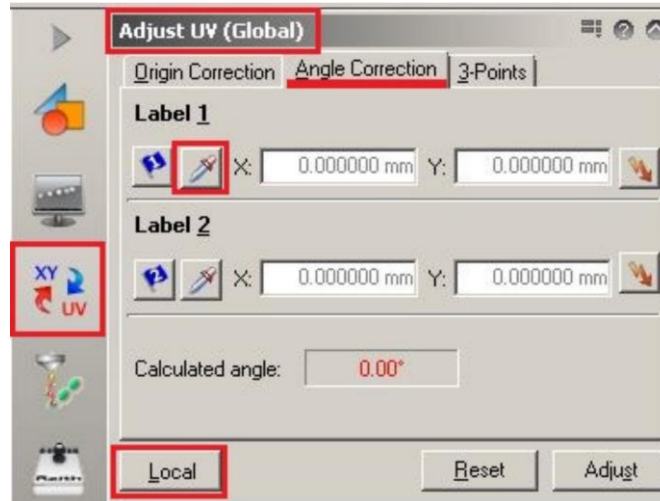
### 电镜调整

(此时观察对象为右上角的片子而非左下角标样)

**Step 1.** 将其左下角放在视野中心

**Step 2.**  Adjust UV (Global) >> Origin Correction >> Adjust (此时可以观察右下角坐标)

**Step 3.** Angle Correction >> 点击 P1 吸管



**Step 4.** 向右移动 >> 点击 P2 吸管 >> Adjust (此时可以观察右下角坐标)

**Step 5.** 找一些颗粒 (或灰尘) 将电镜调清楚: 移动电镜到合适位置 >> 对焦 (也可采用“烧点”操作, 即测束流时单选 spot 一小段时间) >> Beam off

## 图形绘制

**Step 1.** create a new database file 新建工程文件 >> 新建画布 >> view 修改 edit

**Step 2.** 单击手提包形状的图标打开工具栏 >> 画各种形状 >> 双击图形改变位置 (定义边界 or 中心位置 & 剂量)

**Step 3.** Modify >> Duplicate >> Matrix, 与曝光-非套刻曝光-step3 设置类似

**Step 4.** 单击此按钮 >> 底部 edit >> +添加图层 >> 保存 >> 设置图层

**Step 5.** Options >> Show dose >> 点击吸管 >> 不同颜色代表不同剂量, 取消勾选时不同颜色代表不同图层


---

**Step 6.** Reference: 直接拖动 >> 展开, 点工具栏 Max

**Step 7.** 多次引用: 双击 >> Array options >> column & rows >> spacing U & V


**Step 8.** 可进行 Boolean 运算

**Step 9.** Sew >> Edit Design Grid 设置间隔

**Step 10.**  工作区域设置 >> 可修改、新建


## 曝光

### (非套刻曝光)

**Step 1.**  新建工作任务清单 >> 拖入目标版图 >> 选择 layer >> 右击任务 >> properties >> 修改下面的 U&V 设置曝光位置, U 为调焦位置+0.1, V 至少 1mm

**Step 2.** Dose factor 设置剂量因子 (设置剂量乘以剂量因子得实际剂量)

**Step 3.** 选中任务 >> 菜单栏 Filter >> Matrix Copy >> Matrix size >> Step (注意间距设置! 演示中设置 1000 $\mu$ m, 大于 700 $\mu$ m) >> Dose factor add / multiply 设置等差或等比 (calculate automatically 勾选后可以自动设置连续的剂量分布, 取消勾选则可以设置不连续的列间剂量分布)

**Step 4.** 菜单蓝色按钮  开始曝光

### (套刻曝光)

**Step 1.** 切换写场

**Step 2.** 新建工作区 >> 将待曝光区域框起来 >> 保存




**Step 3.** 063 图层，拍小照片校准；左下角为该版图坐标系原点


**Step 4.** 调整电镜视野中心，找到样品左下角（比例尺小移速慢防止曝光） >> Adjust UV  
(Global) >> Origin Correction >> Adjust


**Step 5.** Angle Correction >> 点击 P1 吸管

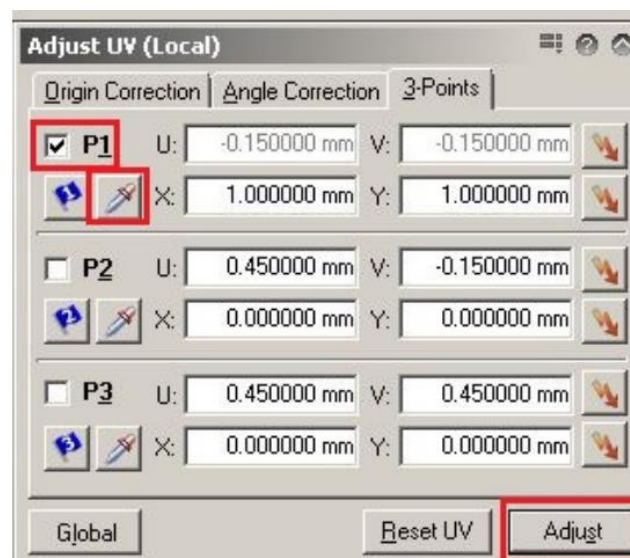
**Step 6.** 向右移动 >> 点击 P2 吸管 >> Adjust

**Step 7.** 小视野时，下，Stage control >> Drive 中输入 UV 坐标值（如(1,1) (2,1)）即可将视野中心从坐标原点移动到左下角小十字中心（会有一些偏差）>> 调整摇杆使视野中心与左下角小十字中心重合 >> 调焦

（Core: Local UV（版图坐标），Global UV（左下角为原点） & XY（电镜马达相关坐标）  
三个坐标系相关联。Global UV & XY 已关联，以下步骤将关联 Local UV & XY 坐标）

**Step 8.**  Adjust UV (Local) >> 3-Points >> 工具栏旗帜形状按钮 >> 点击 Marker 中心得到 Local UV


**Step 9.** 将 Marker 中心放置在电镜视野中心，在 SEM controls 得到 XY >> 点击吸管



---

**Step 10.** 向右 600 $\mu$ m 至第二个 Marker 附近 >> 重复 step5 >> 向上 600 $\mu$ m 至第三个 Marker 附近 >> 重复 step5 >> 完成后点击**闪电图标**回三个点分别检查准确程度, 如结果不理想, 则重复以上步骤; 若较为准确, 可 adjust >> 版图上任选一个点 >> ctrl+右击检查

**Step 11.** 新建任务 >> 拖入版图 >> 设置图层 (要选中 063 图层) >> 在新建条目上右击 >> properties >> Working Area >> 可选择之前设置的, 仅框住套刻的区域 (按中心设置位置较方便)

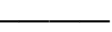
**Step 12.** 点击 Position >> OK >> 点击蓝色按钮  执行

**Step 13.** 开始校准, 步骤类似写场校准-step5 (过程中 continue 按钮可能会被窗口挡住, 注意!) >> accept

**Step 14.** 063 图层改 061 图层 (绿色长条状图形, 记录信号强度, 到达 Marker 时信号强度升高)

**Step 15.** 打开 Marker 版图 >> 点击工具栏  使其变为线条 >> 双击 061 长条状图形 >> Global >> Scan points & Average points 修改 (2000 & 50) >> 点击蓝色按钮  执行

**Step 16.** 右击 >> Properties >> Layer >> 添加 007 图层 >> OK >> 修改 Dose factor (经验值 0.8) >> 执行

**Step 17.** 右击  >> Yes