



上海科技大学材料器件中心 (SMDL) 工艺设备 SOP 椭偏仪 J.A Woollam M2000



版本号: V2.0

发布日期: 2026 年 4 月

编写人: 杨津津

目 录

1.0 设备、工艺概述 Process Summary.....	2
2.0 样品材料要求 Material Controls & Compatibility.....	2
3.0 常用术语 Definition s& Process Terminology.....	2
4.0 安全规范 Safety	3
5.0 技术规格 Specification Parameter	3
6.0 工作原理 Working Principle	3
7.0 操作流程 Process Procedure	3
8.0 维护记录 Maintenance Record	9
9.0 故障指南 Troubleshooting Guidelines.....	9
10.0 设备负责人及联系方式 Tool Administrator & Contact Information	10
11.0 违规处罚 Violation & Penalty.....	10
12.0 历史版本 History Version	10

J.A Woollam M2000 椭偏仪操作手册

1.0 设备、工艺概述 Process Summary

J.A. Woollam M2000 是一款高速宽光谱旋转补偿器型 (Rotating Compensator, RCE) 光谱椭偏仪, 用于纳米级薄膜厚度、光学常数 (n/k)、界面层及膜层均匀性的非接触、无损表征, 广泛应用于半导体、显示、光伏、光学镀膜等领域的研发与质量控制。

2.0 样品材料要求 Material Controls & Compatibility

2.1 样品尺寸与外形要求

- 由于光斑尺寸约为 3 mm, 样品有效测试区域应大于光斑尺寸。
- 建议样品尺寸 ≥ 1.5 cm, 以便稳定放置和对准。
- 最大可兼容样品尺寸: 8 英寸晶圆。
- 样品厚度建议 ≤ 15 mm。
- 样品需能平稳放置于样品台上, 不可晃动、倾倒或明显翘曲。

2.2 样品表面要求

- 样品表面应尽量光学平整、清洁、干燥。
- 不得有液体、溶剂、胶体、油污、粉尘或其他粘性残留。
- 优先测试单面抛光样品。双面抛光或透明基底样品可能出现背面反射干扰, 影响拟合准确性, 建议背面打毛/贴黑胶带。
- 对透明基底样品, 若存在明显背面反射干扰, 需提前说明并采取相应处理措施。

2.3 不建议或受限样品

- 强吸收或不透明厚膜样品的反射测量可能受限。
- 金属厚膜 (如 >100 nm) 可能导致信号分析困难, 需根据具体模型判断是否可测。
- 表面粗糙严重、散射明显、边缘碎裂或有掉粉风险的样品不建议测试。
- 含腐蚀性、挥发性、有毒污染物的样品禁止上机。

3.0 常用术语 Definitions & Process Terminology

Spectroscopic Ellipsometer: 光谱椭偏仪

Alignment: 对准

Ψ (Psi): 振幅比相关椭偏参数

Δ (Delta): 相位差相关椭偏参数

Model: 光学模型

Fit: 拟合

MSE (Mean Squared Error): 均方偏差, 用于表征拟合优度的指标之一

4.0 安全规范 Safety

4.1 光源安全

- 光源工作时发热，严禁随意打开光源箱。
- 光源含紫外波段，严禁直视光源或光路，以免造成眼部损伤。

4.2 设备操作安全

- 未经授权不得拆卸设备外壳、光源模块、电控单元及其他硬件。
- 操作过程中不得将液体放置在设备周围。
- 样品放置应轻拿轻放，防止划伤样品台和光学区域。
- 如发现设备有异常声音、异常气味、光强异常、软件报错或无法初始化等情况，应立即停止使用并联系工程师。

5.0 技术规格 Specification Parameter

5.1 光源由氙灯和卤素灯组成，光谱范围为 268 - 1687 nm

5.2 入射角角度45° 到90°。（实际可用范围以设备配置和样品条件为准）

5.3 可测厚度范围：亚单层（<0.1 nm）至数十微米，实际可测范围与材料体系、表面质量、模型合理性及数据质量密切相关。

6.0 工作原理 Working Principle

椭圆仪通过测量偏振光在样品表面反射或透射前后偏振态的变化，得到光谱范围内的 Ψ 和 Δ 数据。通过建立样品的光学结构模型并进行拟合，可反演得到膜层厚度、折射率 n 、消光系数 k 、界面层及表面粗糙层等信息。

椭圆测试结果不是直接读取值，而是依赖于数据质量和模型拟合得到，因此模型选择与拟合判断非常重要。

7.0 操作流程 Process Procedure

7.1 **开机：**（每次开机前看下控制箱上的LAMP HOURS数值即灯泡已用时间，若灯泡累计使用时间超过3000 h，可能影响光强和测量稳定性，应通知工程师评估是否需要更换。）

7.1.1 打开椭圆仪电源控制器（electro control），按下绿色按钮1。

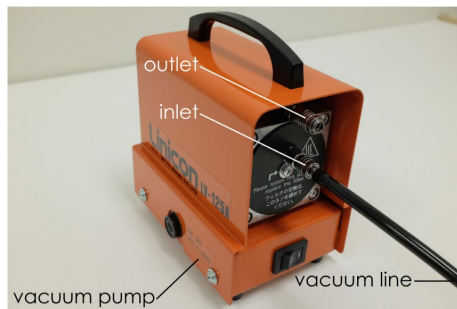


上海科技大学材料器件中心工艺设备SOP：J.A Woollam M2000 椭圆仪

7.1.2 打开光源开关：依次打开卤素灯开关2和氙灯点触式开关3。



7.1.3 打开真空泵。用于样品吸附固定。

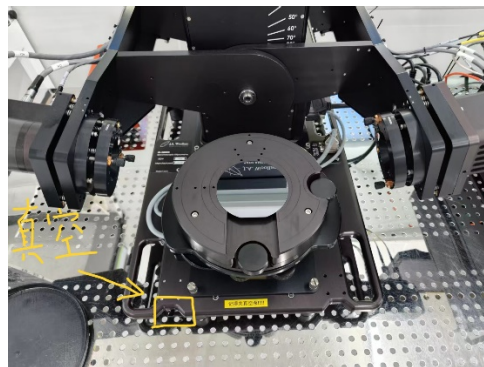


7.1.4 打开软件：软件名为CompleteEASE。

7.1.5 初始化：打开软件后设备会自动进行初始化，完成后会有提示。

7.2 放样品：

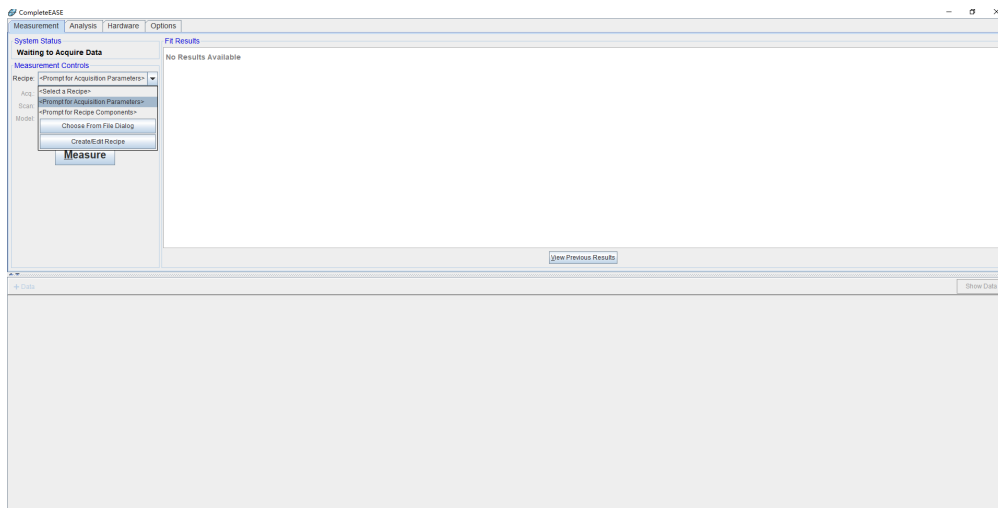
设备初始化结束后，将样品平放到测量台面的中心位置，避免遮挡光路，打开样品真空按钮吸住样品。



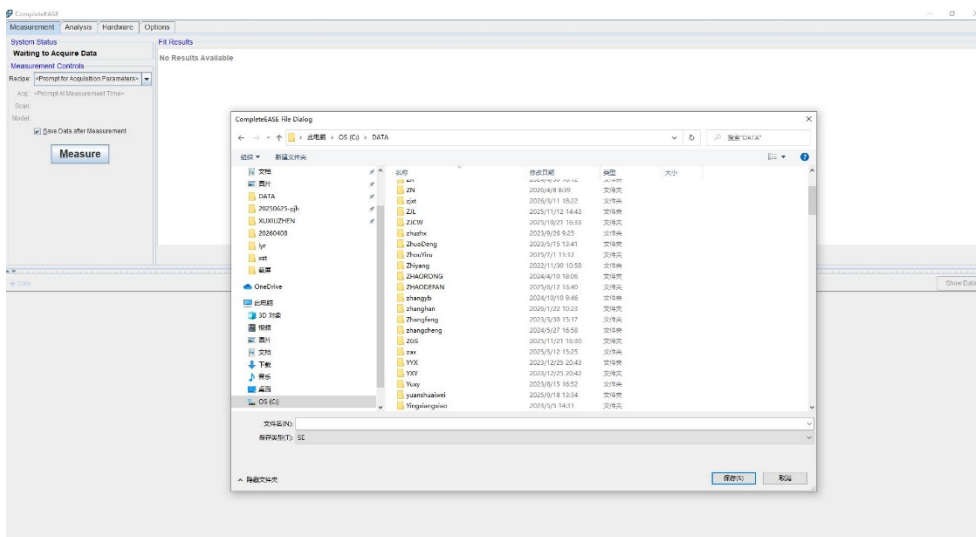
7.3 测试：

7.3.1 进入测量界面，选择测量类型 Prompt for Acquisition Parameters，选完后点击 Measure。

上海科技大学材料器件中心工艺设备SOP：J.A Woollam M2000 椭圆仪

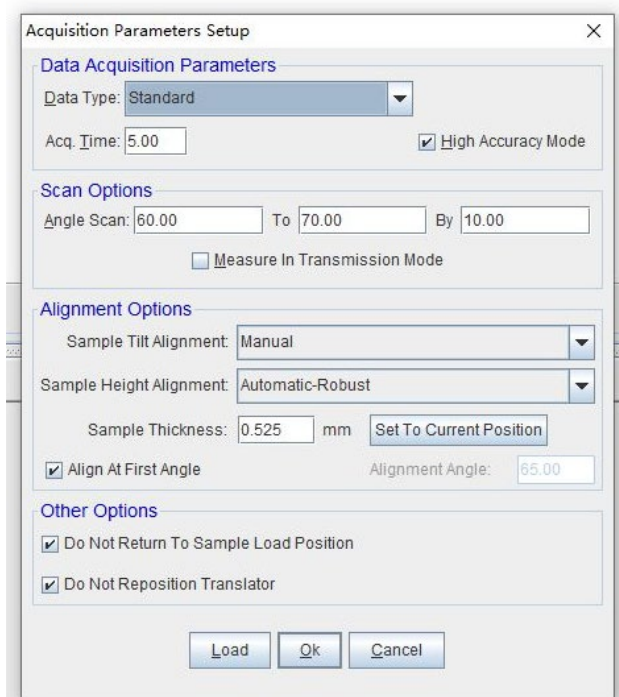


7.3.2 保存文件：在测量前需选择保存文件路径（DATA 文件夹）。

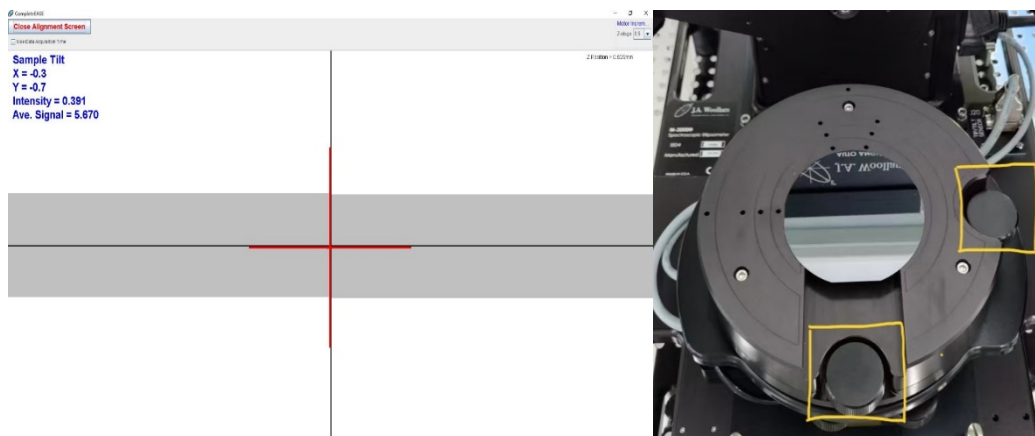


7.3.3 设置测量参数：数据类型选择standard、对准方式选择Manual和Automatic check、输入样品总厚度、输入扫描的角度等，最后点击ok。

上海科技大学材料器件中心工艺设备SOP：J.A Woollam M2000 椭圆偏仪

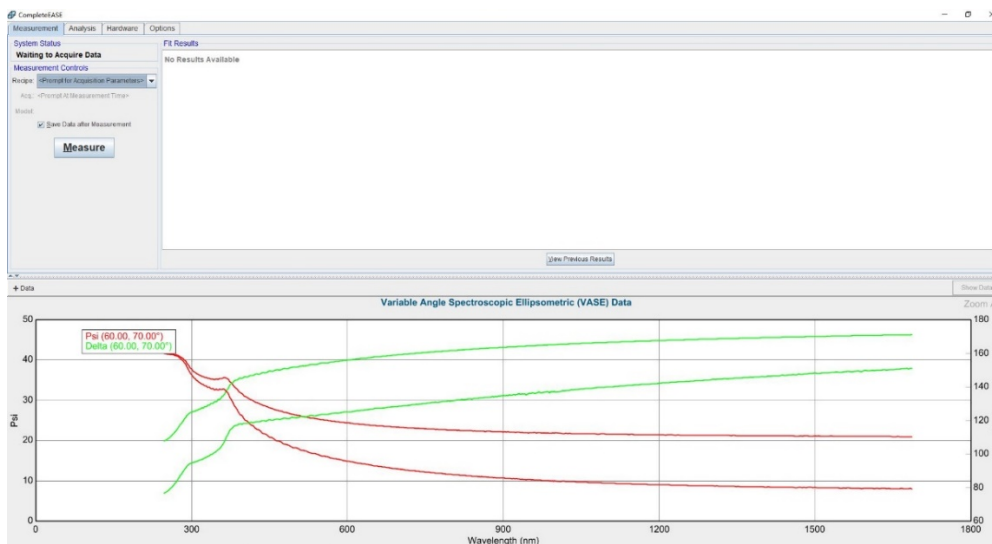


7.3.4 对准：通过调节样品台的旋钮让红色的十字和灰色条带中心对准，对准后按esc键退出对准界面。若对准界面未出现灰色条带，说明样品表面偏离水平面太多，需要大幅度调节样品台的旋钮。



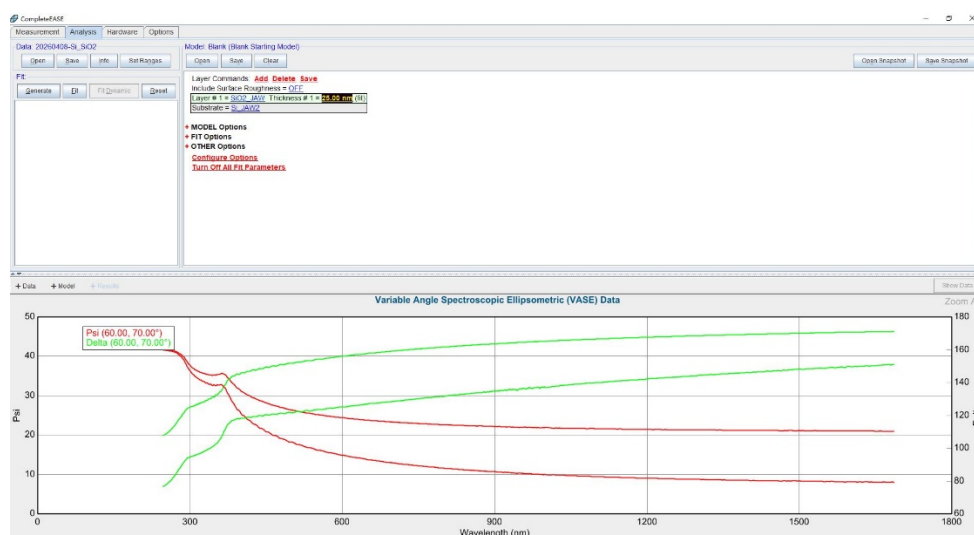
7.3.5 测量完毕：就会出现原始的Delta和Psi 数据，需要经过分析才能得到需要的厚度以及n, k值等。（测量完成后检查数据质量，曲线是否连续是否存在异常噪声、跳点或尖峰，优先排查样品、对准、参数设置及光源状态，再决定是否重测。）

上海科技大学材料器件中心工艺设备SOP：J.A Woollam M2000 椭圆仪



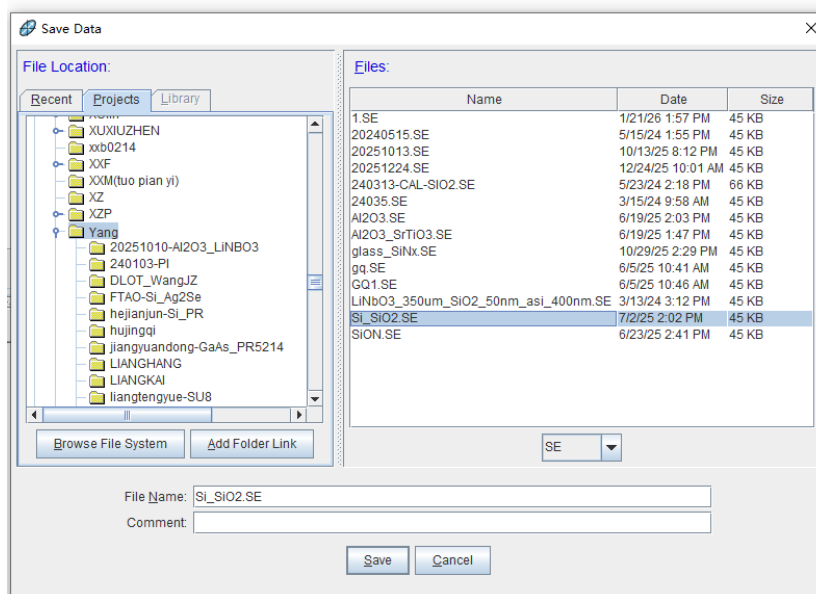
7.4 分析

7.4.1 进入分析界面：点击Analysis进入分析界面。

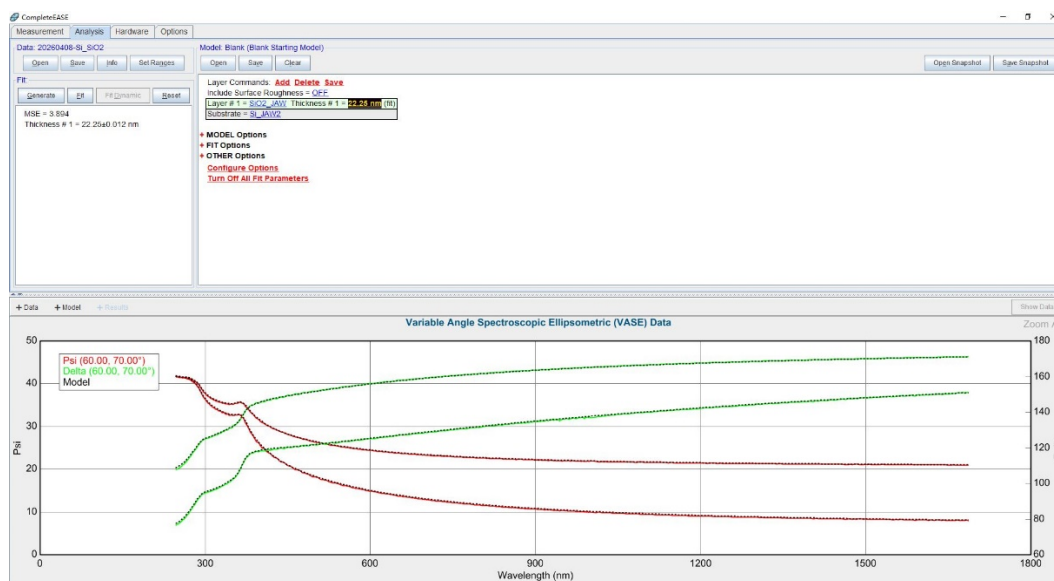


7.4.2 调用模型：根据样品的真实结构选择合适的光学模型。本手册中的示例样品为 SiO_2 on Si。（注意：模型必须与样品结构相匹配。必要时应修改默认参数或重新建立模型。根据实际样品情况设置：基底材料，膜层材料，膜层厚度，表面粗糙层或界面层，光学常数模型）

上海科技大学材料器件中心工艺设备SOP：J.A Woollam M2000 椭圆仪



7.4.3 进行拟合：先按Generate之后按Fit，示例中MSE约为3。通常 MSE 越小表示拟合越好，但应结合残差分布、物理合理性及重复性综合判断，如果MSE值太大设备会提示。



7.4.4 输出结果并检查：MSE；厚度是否合理；n/k 是否合理注意，模型错误会导致结果无效，不确定时请联系工程师。

7.5 关机

关闭真空按钮，关闭真空泵，取走样品并清理台面。关闭 CompleteEASE软件，按规定关闭电源箱：最上面的开关/指示灯不用关，先关中间开关2，再关总电源1。

上海科技大学材料器件中心工艺设备SOP: J.A Woollam M2000 椭圆仪



8.0 维护记录 Maintenance Record

8.1 日常维护填写《设备日常点检表》。

8.2 日常维护和维修填写《设备维护维修记录表》

9.0 故障指南 Troubleshooting Guidelines

现象	可能原因	处理建议
软件无法连接设备	控制箱未开启、设备未初始化、通信异常	检查电源和软件状态，重新启动软件，必要时联系工程师
设备无法初始化	开机顺序错误、控制单元异常	按规范重新开机，如仍异常联系工程师
光强异常或信号弱	灯泡老化、光源未正常开启、样品反射弱	检查灯源状态、灯泡时长和样品状态
无法对准	样品放偏、样品面放反、样品太小或太粗糙	重新放置样品并检查测试面
数据噪声大	样品污染、背反射、光源老化、参数设置不当	清洁样品，检查背反射及测量参数
拟合结果不合理	模型错误、初值不合适、样品结构复杂	重新建模或联系工程师协助分析
样品台异常	样品放置不当或机械异常	立即停止操作并联系工程师

上海科技大学材料器件中心工艺设备SOP：J.A Woollam M2000 椭圆仪

10.0 设备负责人及联系方式 Tool Administrator & Contact Information

中心工程师：杨津津，yangjj1@shanghaitech.edu.cn

11.0 违规处罚 Violation & Penalty

中心通过门禁记录、监控记录及现场巡检等方式对设备使用情况进行管理。发现违规操作的，将按照《材料器件中心用户纪律和违规处罚管理暂行办法》执行相应处罚。

12.0 历史版本 History Version

版本	时间	修订说明	编写人	审批人
V1.0	2020-03	初版发布	杨继业	\
V2.0	2026-04	修订样品要求、测量流程及安全说明	杨津津	宋艳汝

椭圆仪 J.A Woollam M2000 一页SOP

1.0 注意事项

1.1 检查灯泡: 每次开机前看下控制箱上的LAMP HOURS数值即灯泡已用时间, 若灯泡累计使用时间超过 3000 h, 可能影响光强和测量稳定性, 应通知工程师评估是否需要更换。

1.2 光源里包括紫外波段, 所以不要用眼睛直视光源防止眼睛受伤。

2.0 操作步骤

2.1 开机:

2.1.1 打开电源控制箱: 按下最下面的绿色按钮1。

2.1.2 打开光源开关: 从下到上依次打开卤素灯开关2和氙灯点触开关3。

2.1.3 打开真空泵。

2.1.3 打开软件: 软件名为CompleteEASE。

2.2 放样品: 将样品平放到测量台面的中心位置, 开真空按钮吸住样品。

2.3 测量:

2.3.1 进入测量界面: 点击Measurement, 选择测量类型 Prompt for Acquisition Parameters, 选完后点击Measure。

2.3.2 保存文件: 在测量前需选择保存文件路径 (DATA 文件夹)。

2.3.3 设置测量参数: 数据类型选择 standard、对准方式选择Manual和Automatic check、输入样品的厚度、输入扫描的角度和输入测量速度等, 最后点击ok。

2.3.4 对准: 通过调节样品台的旋钮让红色的十字和灰色条带中心对准, 对准后按esc键退出对准界面。

2.3.5 测量完毕: 就会出现原始的Delta和Psi 数据, 需要经过分析才能得到需要的厚度以及n, k值等。

2.4 分析:

2.4.1 进入分析界面: 点击Analysis进入分析界面。

2.4.2 调用 model: 根据自己的样品选择合适的模型进行分析。

2.4.3 进行拟合: 先按Generate之后按Fit, 输出分析结果。

2.5 关机: 先将软件关掉。软件关掉后, 电源箱最上面的灯不用关, 先关中间的, 再关总电源。

注意: 本一页SOP仅供已培训用户快速参考, 正式操作要求以完整版SOP为准。