



Seeing beyond

## 蔡司材料结构-物性分析与原位显微表征技术研讨会 日程

2019-08-18, 星期日

2:00 PM - 6:00 PM

2:00 PM 会议注册

---

2:30 PM 实验室内 X 射线三维层析成像解析材料内部结构的演化

张磊 研究员

沈阳材料科学国家研究中心, 中国科学院金属研究所

---

3:05 PM 原位 X 射线显微镜及衍射衬度断层扫描技术及其在材料科学中的应用

刘楠 博士

X 射线显微镜应用专家, 蔡司研究显微镜解决方案

---

3:40 PM 茶歇

---

4:05 PM 双束电镜结合激光刻蚀技术在材料科学中的应用

任祺君 博士

电子显微镜应用专家, 蔡司研究显微镜解决方案

---

4:40 PM 针对金属样品的机器学习及图像分割技术

Roger Barnett 博士

应用开发工程师, 钢铁与金属材料, 蔡司研究显微镜解决方案

---

5:15 PM 利用 SEM 中的透射菊池衍射花样在纳米尺度定量分析几何必需位错密度

董洪标 教授

材料工程系, 莱斯特大学

---

6:00 PM 研讨会结束

## 报告人与摘要

**张磊 研究员**

沈阳材料科学国家研究中心，中国科学院金属研究所

### 报告题目：实验室内 X 射线三维层析成像解析材料内部结构的演化

**摘要：**虽然在亮度和单色性方面，实验室光管产生的 X 射线不能与同步辐射相比，但仍可以在实验室内进行原位或准原位 X 射线三维层析成像研究。本报告主要介绍了近年来在热、机械和电场条件下，利用实验室 X 射线三维层析成像与材料性能测量或环境服役性能测试相结合的研究成果，揭示一些典型材料相关内部结构与缺陷的演化。例如：梯度金属三维网格和金属玻璃在机械载荷作用下的损伤特征；清晰显示热处理后微空洞和电脉冲后空洞愈合现象，并进行定量分析；采用电化学方法监测了锂离子电池电极周围的物质转移以及不锈钢上铁基金属玻璃涂层的保护性能等。实验室 X 射线三维层析成像的原位研究适合于在可控制的条件和环境下对材料内部结构变化进行研究。通过扩展新的内部应变分析技术、全场三维晶粒取向技术和快速层析成像技术，有望扩大原位实验室 X 射线三维层析成像的研究范围。

**刘楠 博士**

X 射线显微镜应用专家，蔡司研究显微镜解决方案

### 报告题目：原位 X 射线显微镜及衍射衬度断层扫描技术及其在材料科学中的应用

**摘要：**介绍 X 射线显微镜的优点及其在金属研究中的应用。第一部分主要介绍 X 射线显微镜的工作原理和仪器。接下来将列举 X 射线显微镜在金属研究中的应用案例，包括合金、增材制造、热障涂层、4D 原位实验等。最后一部分将介绍蔡司 X 射线显微镜的衍射衬度断层扫描技术，介绍了 DCT 在金属晶体取向分析中的应用。

**任祺君 博士**

电子显微镜应用专家，蔡司研究显微镜解决方案

### 报告题目：双束电镜结合激光刻蚀技术在材料科学中的应用

**摘要：**双束电镜技术（FIB-SEM）自从开发以来，在材料研究中被广泛应用于高分辨成像，透射样品制备以及 3D 样品重构等。然而，由于其工作流程的复杂性，以及难以对深埋于样品内部的特征区域（ROI）进行加工与表征，从而极大的限制了其对于材料进行更加深入而有效的分析应用。另一方面，虽然结合传统的能谱分析（EDS）技术能够进行元素成分分析，但是由于其空间分辨率往往在几百纳米甚至微米量级，难以实现越来越多的高分辨成分分析表征的需求。

为了应对上述困难，蔡司开发了全新一代的 FIB-SEM 系统。借助于全新设计的高效工作流程，其在诸如透射样品制备或 3D 断层扫描成像等耗时较长的应用中能够极大的提升工作效率。集成并关联的飞秒激光刻蚀技术使大范围材料剥离成为可能，从而实现了对于深埋于样品内部的特征区域的快速定位与表征。上述技术与方法将进一步扩展双束电镜技术在纳米尺度和 3D 维度上对材料的高效分析，并可广泛而深入的应用于金属合金，半导体材料，增材制造等研究领域。在大幅提升效率的基础上，针对高分辨及 3D 元素成分分析，我们将纳米级的二次离子质谱（SIMS）系统与 FIB-SEM 结合，可获得前所未有的样品成分信息，从而更加深入的理解样品。

**Roger Barnett 博士**

应用开发工程师: 钢铁与金属材料, 蔡司研究显微镜解决方案

**报告题目: 针对金属样品的机器学习及图像分割技术**

**摘要:** 绝大多数对于钢铁及金属材料的评价工作需要通过显微镜技术来表征金属中各种本征的微结构参数或评估后续的材料处理所产生的效应。这些参数包括金属的晶粒尺寸, 孔隙率, 涂层厚度及一系列其他参数。

对于记录了上述信息的显微图像的定量分析包含着图像分割这一步骤, 即将图像中的不同区域区分开来。这些区域可能表征了单个晶粒, 孔隙, 结晶区, 不同的层或物质相。图像分割即对表征着上述信息的图像中的颜色或灰度值进行提取并分析, 而这是一项极具挑战而又耗时的工作。

我们提出了一种全新的解决方案, 借助于蔡司 ZEN Intellesis 工作环境中向导化的机器学习程序, 提供了一套针对金属样品显微图像的直观的、基于工作流程化的图像分割功能。通过该方法可辅助进行快速的日常分析工作, 甚至对于那些在过去需要手动分割和标记的极具挑战的样品, 也可实现自动化的定量分析与评估。该方法不仅适用于光学显微镜, 同样还适用于电子显微镜, X 射线显微镜以及其他各种显微成像手段所获得的图像。

**董洪标 教授**

材料工程系, 莱斯特大学

**报告题目: 利用 SEM 中的透射菊池衍射花样在纳米尺度定量分析几何必需位错密度**

**摘要:** 近期, 通过电子背散射衍射技术 (EBSD) 在自动化晶体取向显微成像技术领域的进展, 科学家成功实现了在介观尺度下几何必需位错 (GND) 密度的定量分析。在 EBSD 测量中, 菊池衍射花样的产生来自于电子束与整个亚表面区域的衍射作用, 其包含了整个亚表面体材料的信息。其结果是 GND 密度测量的空间分辨率最高只能达到约 100 nm。因此, 由于传统 EBSD 技术空间分辨率的限制, 在纳米尺度定量分析 GND 的密度极具挑战。

为解决上述问题, 我们使用了透射菊池衍射 (TKD) 技术测量晶体取向并在纳米尺度计算相应的 GND 密度。在焊接的超级双相不锈钢样品中, 我们获得了 GND 密度范围为  $6.0 \times 10^{14} - 1.0 \times 10^{16} \text{ m}^{-2}$ 。位错密度的分布与透射电镜所获得的结果一致。该研究表明通过 TKD 方法是相对快速, 精确且较易有效分析 GND 密度的手段。