

# 为您揭示样品晶体信息和微观结构的秘密

蔡司 Xradia CrystalCT



Seeing beyond

# 在微米 CT 上实现衍射衬度断层扫描成像的商用微米 CT

- 简介

- 优势

- 应用

- 系统

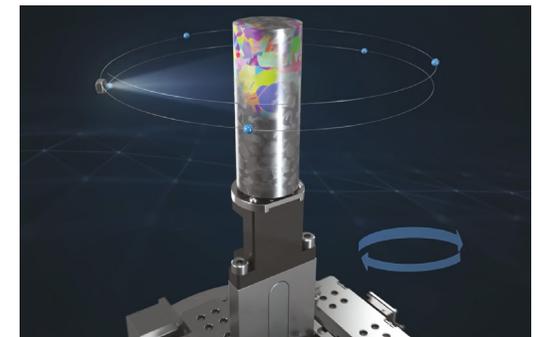
- 技术参数

- 售后服务

蔡司研究显微镜解决方案部门和 Xnovo Technology 合作，实现了一项革命性的新实验室衍射衬度断层扫描（DCT）功能——蔡司 Xradia CrystalCT，这是首个基于微米 CT（microCT）平台的商用 DCT 系统。蔡司 Xradia CrystalCT 与以往商用系统相比，速度更快，提供更高的通量、更大的体积成像和更广泛的样品几何形状。传统 X 射线断层扫描技术打开了样品无损三维成像研究的大门，提供了孔隙度、缺陷和其它微观结构特征相关的信息。凭借断层扫描技术能力的强大提升，使得晶体颗粒微结构信息得以揭示，改变了多晶材料的研究方式，从而助您更深入地了解材料研究所需的信息。我们将同步辐射技术带到您更高效的实验室，让您可以充分利用 X 射线的成像新技术，将您的研究推向一个新的高度。



利用吸收和衍射衬度断层扫描对铜铝合金进行成像。吸收衬度数据可见沿晶界分布的铜的形貌，叠加在吸收衬度数据基础上的不同颜色代表晶粒取向。



▶ [单击此处观看本段视频](#)

蔡司 Xradia CrystalCT 可以实现一个标准模式以及三种特殊的高级衍射扫描模式：黄金角螺旋扫描，带平移的黄金角螺旋扫描和高纵横比的黄金角螺旋扫描。

# 多元、创新、易用

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

## 衍射衬度断层扫描 (DCT) 为您的研究带来更多的可能性

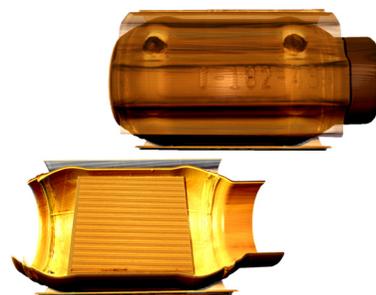
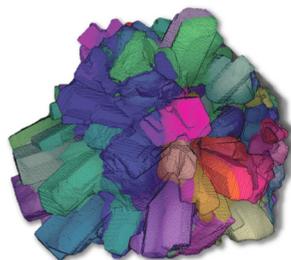
蔡司 Xradia CrystalCT 凭借其大观察视野平板探测器，可满足科研和工业应用中的各类成像需求。利用三维晶粒成像技术，微米 CT 上的 DCT 技术在科研、工业研究实验室就能够实现单向多晶材料的分析，包括多种金属、矿物、陶瓷、半导体和制药样品。无损 CT 成像技术还可以进行原位 4D 研究，开展随着时间推移不同条件下对样品实际影响的研究。创新的 DCT 图像采集模式解除了系统对大尺寸样品的限制，让您能够研究更多的样本类型。更快的采集速度大大缩短了样品扫描成像时间，从而大大提高您的生产效率和盈利能力。无缝大体积晶粒成像让扫描样品的速度更快，数据表达更准确。

## 解除了衬度限制

在相当长一段时间里，X 射线三维断层扫描技术广泛采用两种主要的成像衬度机制：X 射线吸收衬度和相位衬度。两者都依赖于样品内材料特性的差异。但单相多晶材料（如钢、合金和陶瓷）相邻晶粒之间的吸收衬度差异无法表达，而这差异对于展示内部晶粒微观结构是至关重要的。基于同步辐射的 X 射线成像方法（如 DCT）通过单相多晶样品的衍射信号提供晶体信息，早在二十年前，该方法就率先成功展示了该类材料的研究结果。如今，通过蔡司 Xradia CrystalCT 这一性能良好的微米 CT 平台，可在基于实验室的 DCT 上使用新的 3D 表征方法和功能，进一步推动了无损 3D X 射线成像的发展进程。

## 建立在强大的微米 CT 平台上

在蔡司 Xradia 强大的技术优势下，蔡司的微米 CT 技术出色性能已被广泛认可。凭借强大的平台、由软件灵活控制的 X 射线源 / 样品 / 探测器定位，以及大型探测器阵列，您可以对整个物体或器件进行高质量的高分辨率成像，提供业内优秀的衬度，从而展示其内部细节的 3D 全景。蔡司 Xradia 成像系统兼具久经考验的硬件架构与先进的稳定性和漂移补偿功能。正是由于 CrystalCT 基于这样一个已被广泛认可超级稳定的平台基础，它才能持续实现在微米 CT 本身上的自我超越。



# 洞察产品背后的科技

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

## 更优的晶体观察法

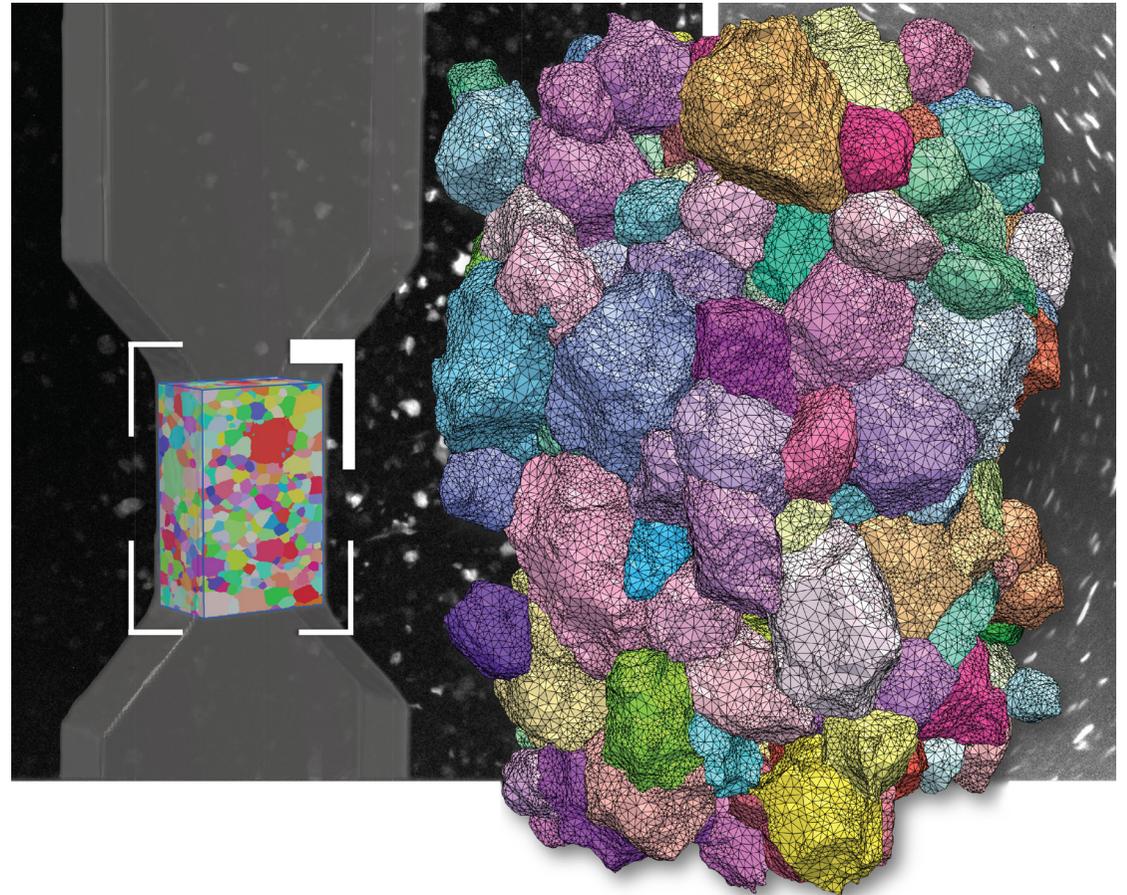
虚拟材料测试使得材料研究可以快速进行，这对于航空航天、汽车、能源和建筑等快速变化的行业非常重要。为了这一研究得以实现，需要大量的真实数据来创建高保真计算模型，或需要数据代表性。

当然，您可以费时费力地对表面信息进行成像并与物理切片接合，以获得体积数据。但是，您是否考虑过采用大体积无损扫描方式得到您的模型基础呢？

2D 光学和电镜技术仅提供表面测量。如果与有损逐层切割相结合，它们确实可以提供 3D 信息，但也仅限于有限的样品、代表性较低的小体积。同步辐射和早期 XRM 解决方案上的传统 DCT 系统克服了这些限制。

而蔡司 Xradia CrystalCT 则提供了先进且完全不同的衍射扫描技术，可以对自然状态下大体积样品进行成像，同时成像符合研究和工业实验室通用要求的实际样品几何形状。

与其它晶粒成像技术不同的是，DCT 可以进行无损 3D 晶粒成像。现在蔡司 Xradia CrystalCT 可以让您在更大的体积上映射晶界面。



您所保留下来的样品可以进行额外的甚至是关联研究：利用原位和 4D 材料科学来实时或长期研究温度、力学负荷、断裂力学和其它物理条件带来的影响。

# 洞察产品背后的科技

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

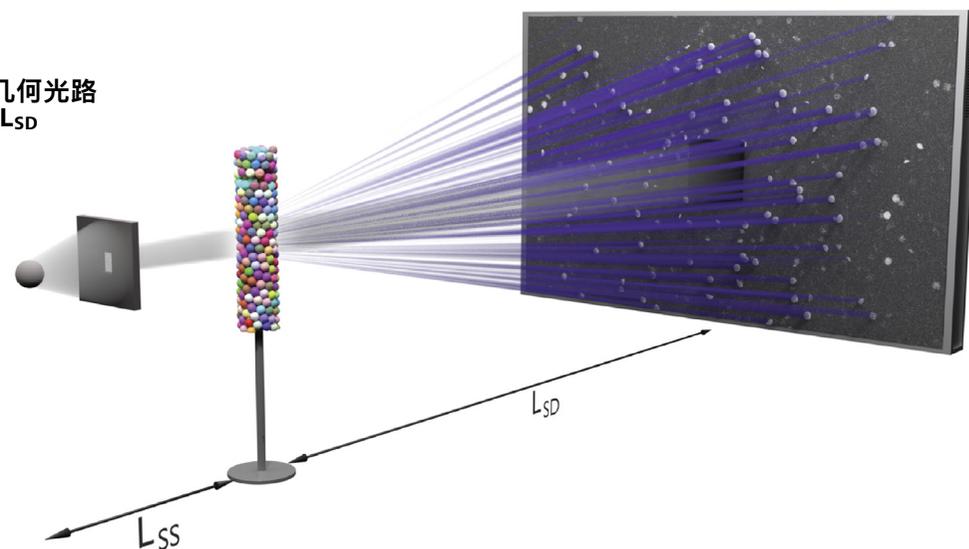
## 微米 CT 特有的衍射衬度断层扫描

特别开发的蔡司 Xradia CrystalCT 利用了蔡司 Xradia 平台上 X 射线成像架构的强大设计和高稳定性，与精准设计的孔径光阑和挡光板进行了结合。扩散的多色 X 射线光在光阑的约束下，照射在样品的感兴趣区域 (ROI) 上。样品后的挡光板阻挡探测器上透射的 X 射线，从而提高对多晶样品较弱的衍射信号的灵敏度。

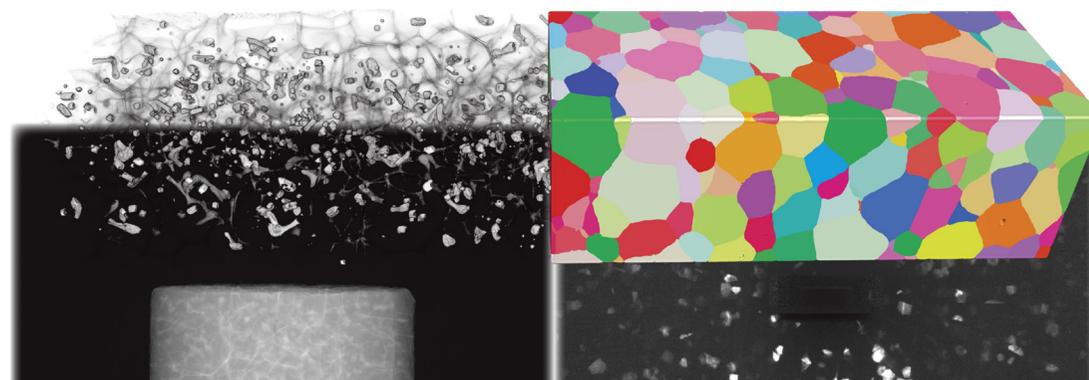
在蔡司 Xradia CrystalCT 一个平台上即可实现两种成像模式：吸收衬度断层扫描 (ACT) 可定义样品轮廓，而衍射衬度断层扫描 (DCT) 可在样品旋转和平移时收集一定数量的衍射衬度投影。

将收集到的 ACT 和 DCT 数据导入到 Xnovo Technology 开发的 GrainMapper3D 软件中可以进行进一步处理和重建。从重建的三维晶粒图中可以获取晶粒形状以及晶体取向、大小和中心位置等信息。

投影几何光路  
 $L_{SS} < L_{SD}$



CrystalCT 投影几何架构示意图。示例样品是堆叠在管中的蓝宝石球体。



镶铜晶粒边界的铝合金。前景：样品的左侧部分显示来自吸收衬度数据的铜夹杂物和晶界渲染。右侧部分显示彩色晶粒图，展示来自衍射衬度数据重建的晶体取向。背景显示的是原始吸收投影（左）和相应的衍射投影（右）。

# 洞察产品背后的科技

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

## 高级衍射扫描模式提供出色的样品代表性

通过开创性的衍射扫描模式，蔡司 Xradia CrystalCT 推动了材料表征、建模和研究，具体优势如下：

- 具有出色的样品代表性
- 可以扫描更大的样本体积
- 简化样品制备，处理不规则 / 自然的样品形状
- 提高速度
- 应对样品的独特性

这些先进的模式克服了传统 DCT 数据采集以前遇到的一些困难和挑战。传统数据采集会假设在所有的旋转角度下，样品中的 ROI 会被通过光阑孔视野范围的光完全照射。

受自然界黄金角的启发，高级 DCT 扫描模式提供了黄金螺旋扫描模式，这样便于处理各种样品形状和尺寸。

## 黄金螺旋扫描

黄金螺旋扫描用于长纵横比圆柱型样品。

## 带平移的黄金螺旋扫描

带平移的黄金螺旋扫描用于明显比观察视野宽的样品。

## 高纵横比的黄金螺旋扫描 HART

高纵横比（HART）的黄金螺旋扫描解决了平板或平板型样品成像的问题。

## Non-destructive CrystalCT

Volume:  $>>(1000)^3 \mu\text{m}^3$  and beyond

Isotropic voxels: Up to  $2 \mu\text{m}$

Voxel aspect ratio = 1

## Prior Non-destructive DCT

Volume:  $(1000)^3 \mu\text{m}^3$

Isotropic voxels: Up to  $2 \mu\text{m}$

Voxel aspect ratio = 1

## PFIB + EBSD

Volume:  $(250)^3 \mu\text{m}^3$

Slice thickness:  $0.2-5 \mu\text{m}$

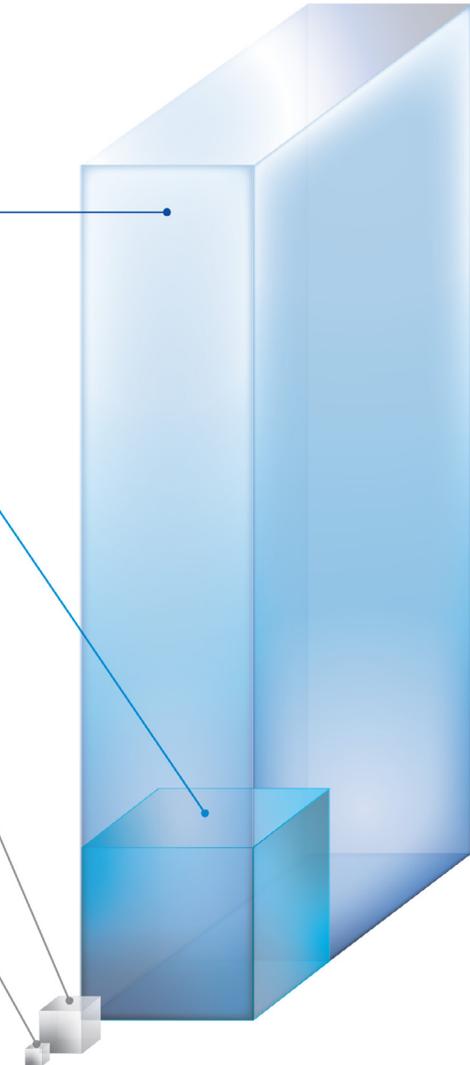
Voxel aspect ratio  $\geq 50$

## Ga-FIB + EBSD

Volume:  $(100)^3 \mu\text{m}^3$

Slice thickness:  $10 \text{ nm}$

Voxel aspect ratio  $\geq 1$



# 洞察产品背后的科技

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

## 久经考验的 Xradia 平台，保证高图像质量

除了作为一个 DCT 平台，蔡司 Xradia CrystalCT 也是一款高端微米 CT 成像系统，可以实现高分辨率、亚微米级像素或大观察视野、无损三维 X 射线微焦点计算机断层扫描，可满足各类科研和工业应用需求。

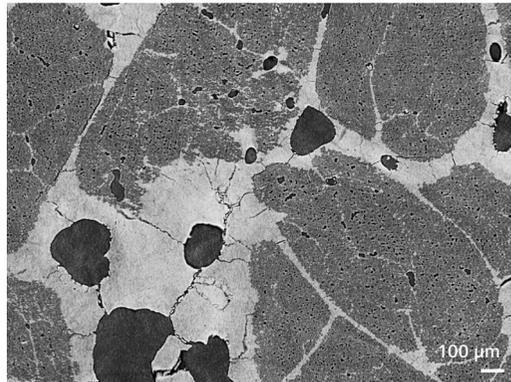
## 出色的数据质量

良好的数据质量取决于许多因素，包括 X 射线源特性、光束能量调谐、探测器几何尺寸和灵敏度、环境控制、运动和振动稳定性、细致的系统校准以及重建精度。

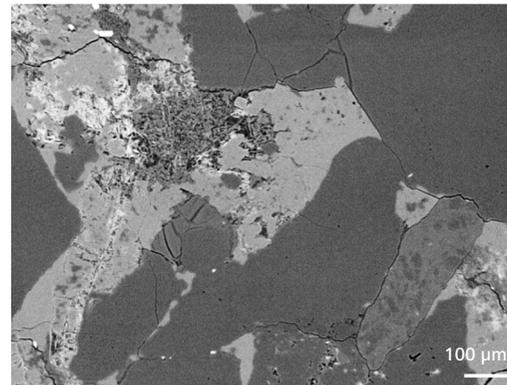
为了应对这些挑战，蔡司 Xradia CrystalCT 建立在与久经考验的 Xradia Versa X 射线显微镜系列相同的平台上，继承了同样的稳定机制和数据质量优势。这些技术使得 Xradia Versa 成为实验室高性能三维 X 射线成像领域的标杆。

本系统出色的衬度和图像清晰度，能够轻松区分相和特征结构，以支持下游的数据分割和量化。

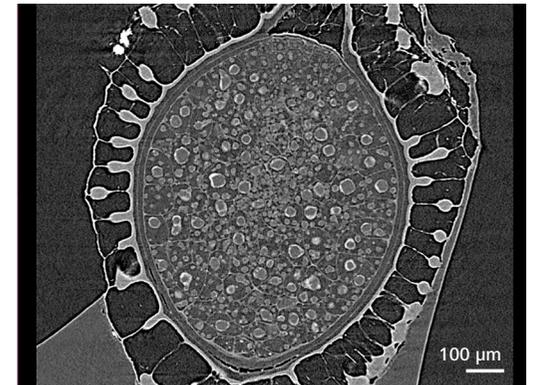
还可以通过系统所带的垂直拼接功能扩展观察视域。小样品以大倍率几何放大时仍具有高衬度和高清晰度，可识别和表征微米级结构。从样品固定到扫描准备、图像采集、多 GPU 重建以及图像处理和分析，Xradia CrystalCT 能为您带来高效的高通量工作流体验，助您迅速获取研究成果。



力学测试后所成像的机织陶瓷基复合材料（CMC）样品。亮色区域为陶瓷基，中灰色区域为交叉点的纤维束，深色区域为孔洞。



致密砂岩样品显示碳酸盐和石英含量以及粒间裂隙网络。



一颗双叶环花草种子的虚拟截面，显示了复杂的内部细节。

# 洞察产品背后的科技

简介

优势

应用

系统

技术参数

售后服务

## 深入了解空间分辨率

蔡司 Xradia 微米 CT 和 X 射线显微镜系统都遵循真正有意义的仪器性能指标——真实空间分辨率。

空间分辨率是指成像系统能够解析两个相邻特征结构的最小间距。其测量方法通常为使用带有尺寸逐渐减小的多组线对的分辨率标样来进行成像。影响空间分辨率的因素很多，主要包括 X 射线源焦点的尺寸、探测器分辨率、几何放大倍率、以及振动、电场和热稳定性。

而体素、焦点尺寸、细节探测能力、标称分辨率等其它因素均不能完整地反映整个成像系统的成像能力。

根据行业惯例，蔡司 Xradia CrystalCT 所指的空间分辨率是在研究非常小的样品时通过较短的 X 射线源到样品的工作距离实现的。对于较大的工作距离或样品，所有依赖于投影架构的 CT 和微米 CT 系统的放大倍率都主要取决于工作距离（与 X 射线显微镜不同，后者的空间分辨率受工作距离影响很小）。

因此，为了表示不同操作空间的成像能力，蔡司 Xradia CrystalCT 还标明了不同工作距离下可实现的体素大小。

作为 X 射线成像领域的先锋企业，蔡司提供如下公开透明的真实系统性能信息。

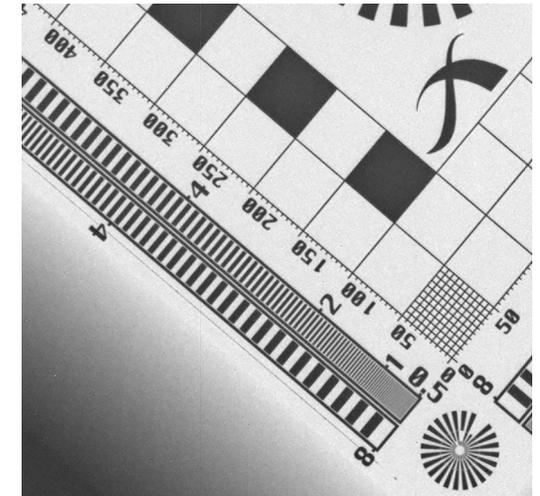
### 成像规格参数

可实现的最小体素 [b]	0.5 $\mu\text{m}$
空间分辨率 [a]	0.95 $\mu\text{m}$
特定工作距离下的可实现体素 [b,c]	0.5 $\mu\text{m}$ / 0.5 mm
	0.8 $\mu\text{m}$ / 2.5 mm
	2.5 $\mu\text{m}$ / 12.5 mm
	4.0 $\mu\text{m}$ / 25 mm
	12.1 $\mu\text{m}$ / 100 mm

[a] 采用蔡司 Xradia 2D 分辨率标样测得的空间分辨率。

[b] 体素是一个几何术语，与分辨率相关，但不用于确定分辨率，在这里提出仅用于比较。蔡司使用空间分辨率指标，它是一种真实全面地衡量仪器分辨率的指标。

[c] 工作距离定义为旋转轴周围的间隙。该值可理解为样品的半径。



蔡司 Xradia 分辨率标样，可用于评估亚微米级空间分辨率。最小体素为 0.5  $\mu\text{m}$ 。

# 洞察产品背后的科技

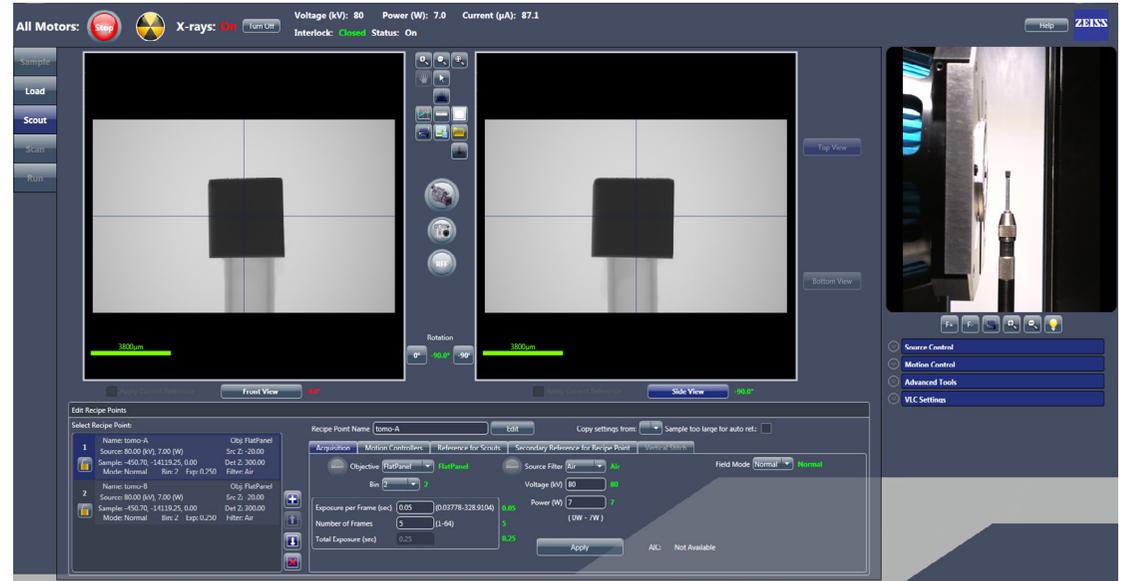
- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

## 使用简便的控制系统创建高效的工作流

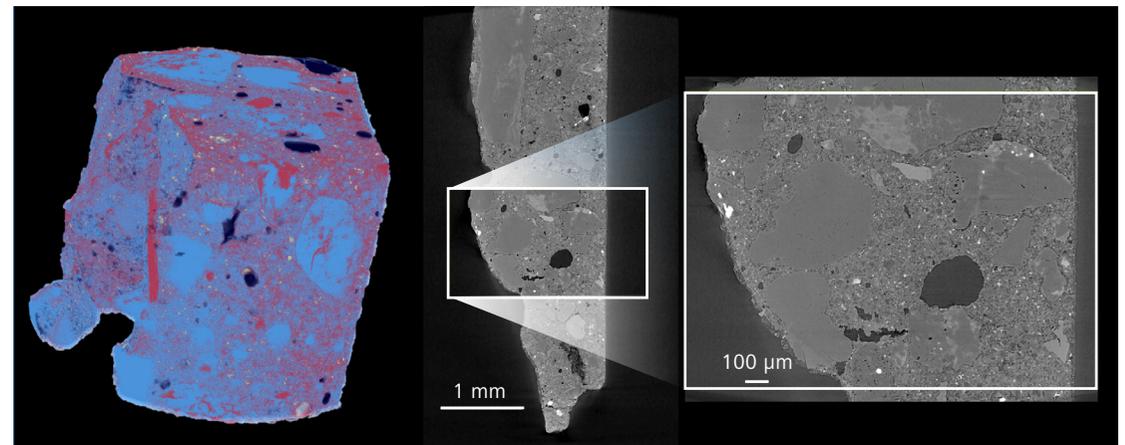
蔡司 Xradia CrystalCT 的所有功能均能与“定位 - 和 - 扫描” (Scout-and-Scan) 控制系统无缝接合, 可提供一个高效的工作流环境, 全面控制系统硬件运行, 让您能够轻松定位到感兴趣区域、确定扫描参数并开始扫描。对于技能水平参差不齐的中心实验室用户群体, 这种简单易用的界面是理想的选择, 即使新用户也能迅速上手并采集数据。界面保留了蔡司 Xradia 系统的灵活性, 能够轻松设置各种扫描任务, 且能保证测试规程的可重复性, 对于原位和 4D 研究或重复样品扫描尤其可靠。

## 优势

- 用于观察样品的内部摄像头
- 配备了智能样品定位导航样品台, 能够在断层扫描转动轴上轻松定位到感兴趣区域
- 能根据不同参数进行多重扫描的测试规程控制 (设置、保存、调用), 可实现批处理模式
- 可通过垂直拼接功能轻松设置对大样品的多个扫描的拼接
- 自动重建
- 系统设置支持防撞模式、自定义模式和高分辨率扫描禁用模式
- 针对 Deben 样品室集成原位测试规程控制功能



基于工作流的“定位 - 和 - 扫描” (Scout-and-Scan) 控制系统。



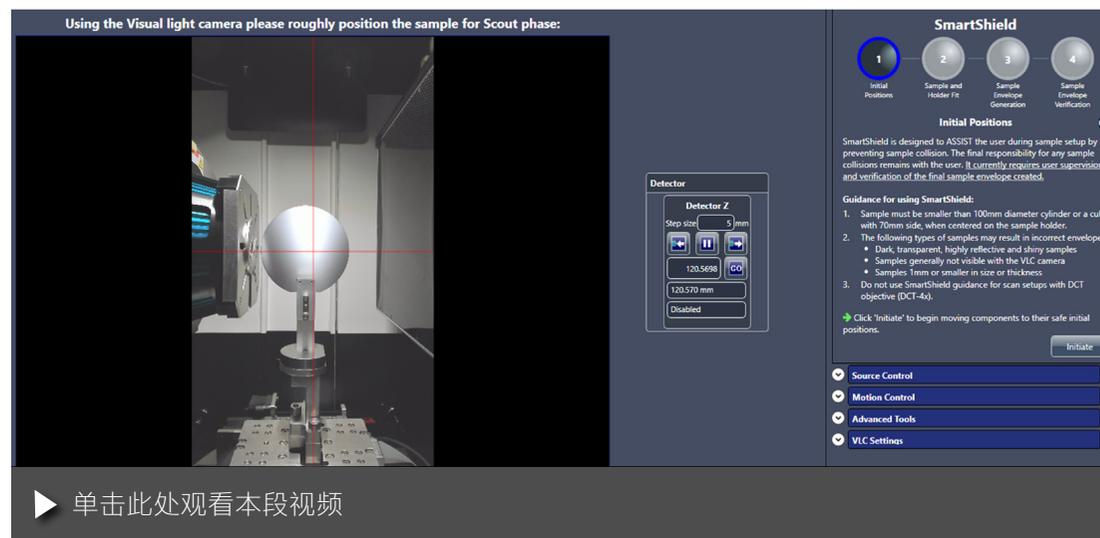
对混凝土样品进行高分辨率三维成像: 定位样品并放大到感兴趣区域, 以进行进一步分析。

# 洞察产品背后的科技

- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

## 蔡司 SmartShield: 保护样品并优化实验设置

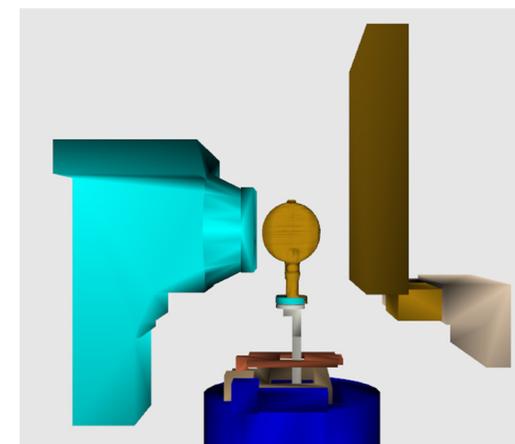
蔡司 SmartShield 是保护您的样品和显微镜的简便解决方案，是蔡司“定位 - 和 - 扫描”（Scout-and-Scan）控制系统中的一部分。只需轻轻一点，蔡司 SmartShield 就会在您的样品周围形成一个数字化的防撞圈。这种自动化的解决方案让您可以放心地让样品更接近射线源和探测器。有了蔡司 SmartShield，新用户和高级用户都可以体验到简洁的样品设置工作流程和高效的蔡司 Xradia CrystalCT 系统导航。



观看此视频，深入了解 SmartShield 向导式 workflow。

## SmartShield 提供的功能:

- 在“定位 - 和 - 扫描”（Scout-and-Scan）系统中完全集成了快速防撞圈创建功能
- 在三维层面上考虑样品和仪器安全
- 在设置过程中提高操作人员的效率



蔡司 SmartShield 所建的样品数字安全包裹

# 洞察产品背后的科技

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

## 高级重建工具箱

高级重建工具箱是一个创新的平台，您可以在此平台上连续使用蔡司重建技术，用来丰富您的研究，并提高蔡司 Xradia 三维 XRM 的投资回报。

这些来自蔡司的独特产品基于对 X 射线物理原理和客户应用的深刻理解，以全新的创新方式成功克服了一些极其困难的成像挑战。这些可选模块是基于工作站的解决方案，可轻松获取，简单易用。

	FDK 标准分析重建	OptiRecon 迭代重建	DeepRecon Pro 基于人工智能 (深度学习) 的重建
<b>通量</b>	1×	最高至 4 倍	最高至 10 倍
<b>像质 *</b>	标配	更好	极佳
<b>易用性</b>	最小化	要求参数优化	一键式设置
<b>适用性</b>	重复性和非重复性工作流		

\* 图像质量指的是衬度和信噪比，显示了重建技术的相对性能。

## 蔡司 DeepRecon

率先实现基于深度学习的商用重建技术，使您在不影响 XRM RaaD 先进成像能力的情况下，能够实现通量多达 10 倍的提高。也可保持相同的投影数并进一步改善图像质量。DeepRecon 可独特地从 XRM 生成的大数据中获取隐藏的机会，并以人工智能作为驱动而实现成像速度和图像质量的显著改进。

蔡司提供两种形式的 DeepRecon 技术——1) DeepRecon Pro 和 2) DeepRecon Custom——两者都利用人工智能以出色的速度提供令人惊艳的图像质量。

蔡司 DeepRecon Pro 是一项基于人工智能的创新技术，可为各种应用带来出色的通量和图像质量优势。DeepRecon Pro 既适用于单独的某个样品，也适用于半重复和重复工作流程。用户们现在可以通过使用极其方便的界面在现场自己训练新的机器学习网络模型。DeepRecon Pro 的一键式工作流程让没有任何经验的用户也可熟练操作，无需熟知机器学习技术的专家。蔡司 DeepRecon Custom 专门适用于重复性工作流，可进一步提升 XRM 性能，超越 DeepRecon Pro。用户可与蔡司密切合作，开发用户定制创建的网络模型，精准满足其重复性应用的需求。

## 蔡司 OptiRecon

以快速、高效的算法为基础，在您的电脑桌面上操作即可进行迭代重建，使您的扫描时间提升至高达 4 倍的速度，或在同样的通量下改善图像质量。

OptiRecon 是一个经济的解决方案，可以为广泛的样品类别提供出色的内部断层扫描成像质量或快速的成像速度。

## 蔡司 PhaseEvolve

蔡司 PhaseEvolve 是一种后处理重建算法，主要针对 X 射线显微镜在材料成像中为了提高对比度一贯采用的图像对比度增强所产生的效果。在中、低密度样品或高分辨率成像中这种会引起相位效应。该功能可实现更精准的定量分析和对结果进行图像分割。

# 洞察产品背后的科技

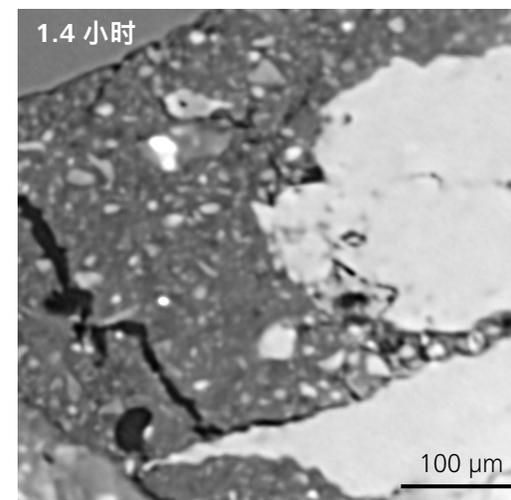
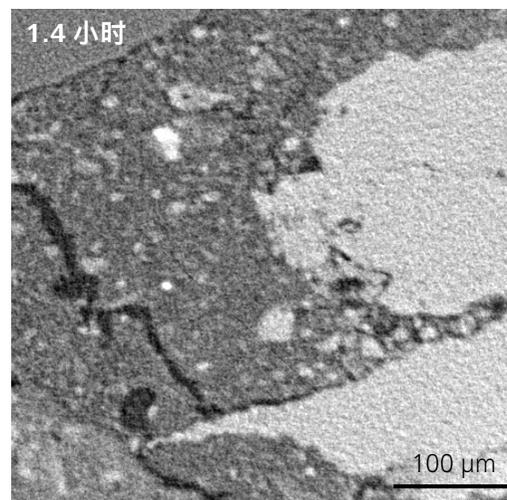
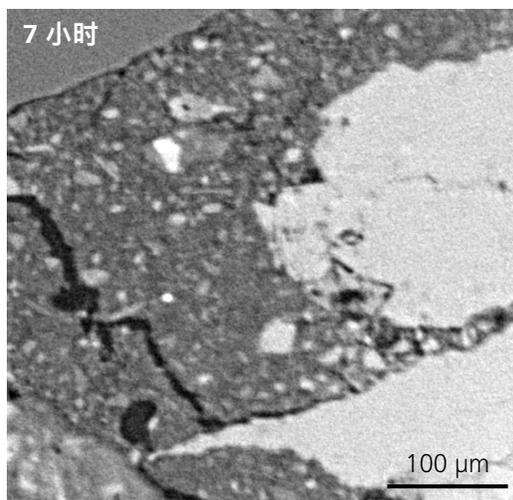
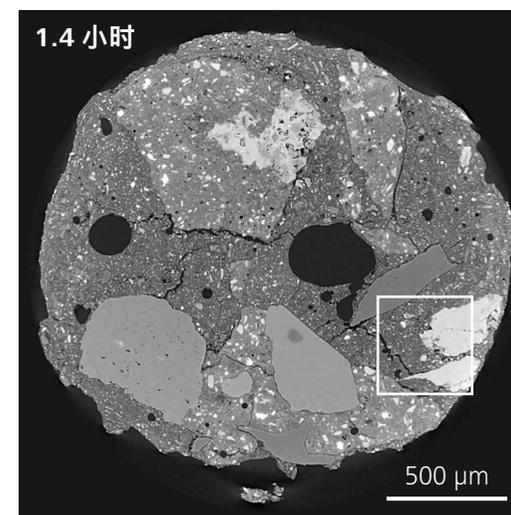
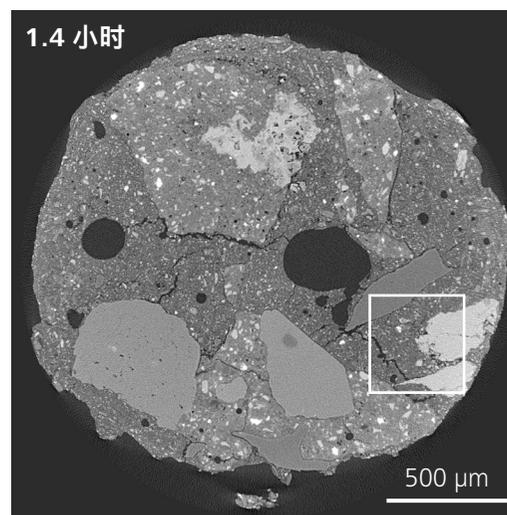
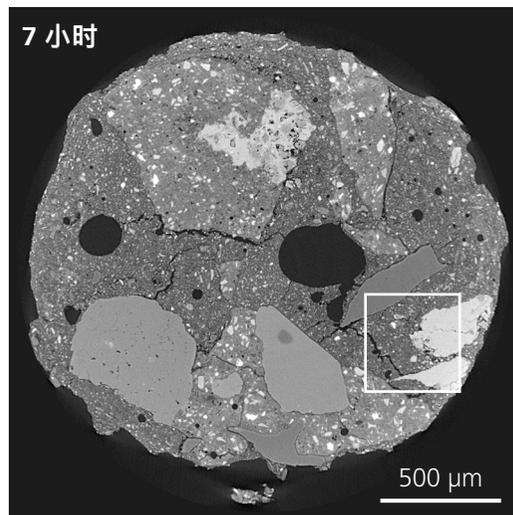
- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

蔡司 DeepRecon Pro——在材料科学领域的应用：混凝土

标准重建 (FDK)

标准重建 (FDK)

DeepRecon Pro

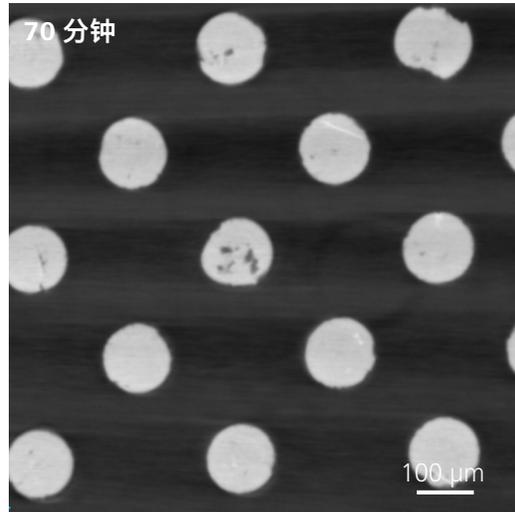


使用 DeepRecon Pro 对混凝土样本进行成像，速度提高了 5 倍，同时保留了量化相位分布和裂缝网络范围所需的图像质量。

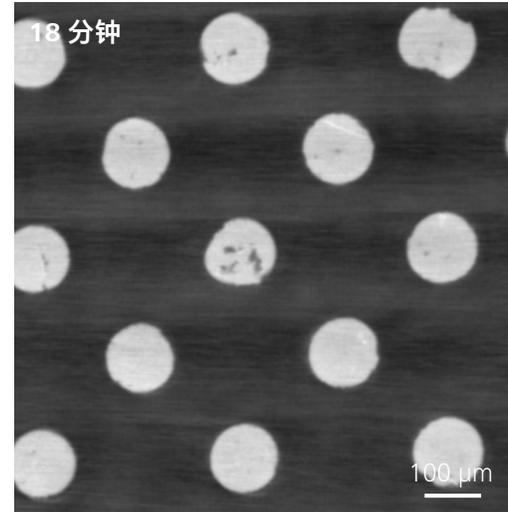
# 洞察产品背后的科技

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

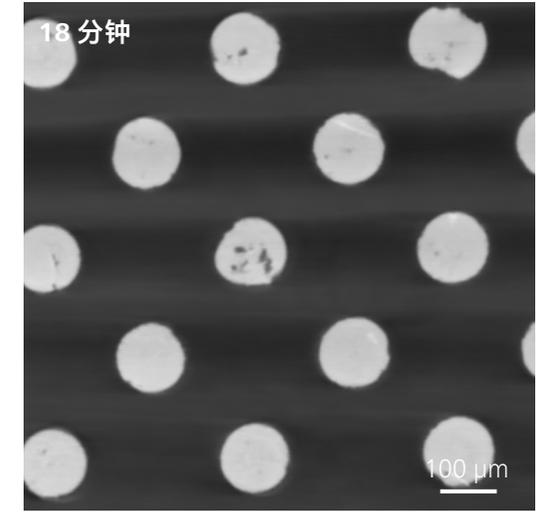
蔡司 DeepRecon Pro——在电子元器件中的应用：印制电路板（PCB）  
标准重建（FDK）



标准重建（FDK）



DeepRecon Pro



使用 DeepRecon Pro 执行电子元器件的故障分析任务，速度可提高 4 倍，同时仍能保持观察细微裂纹所需的图像质量。

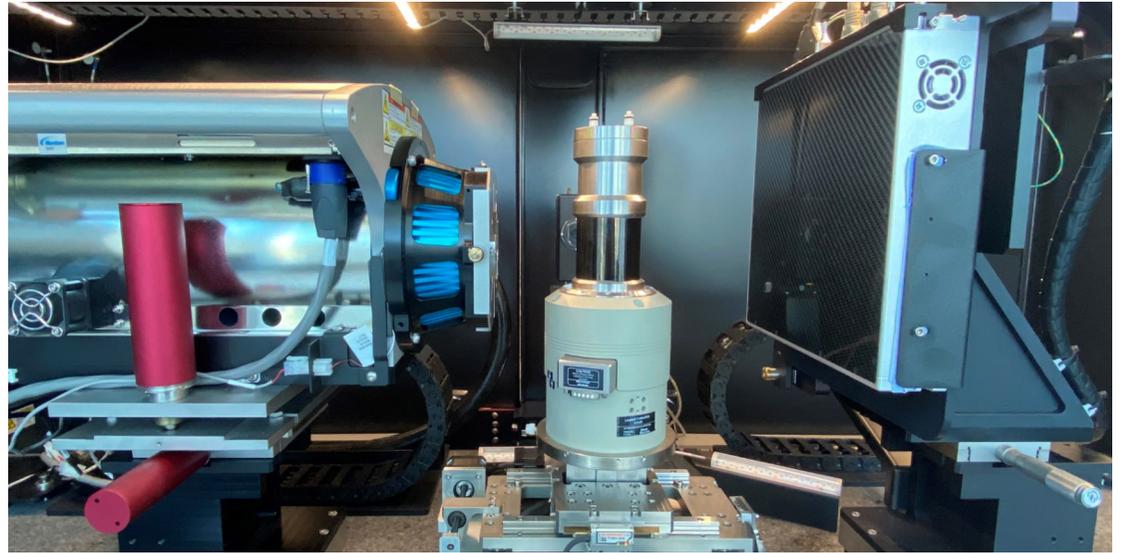
# 拓展您的应用

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

## 添加蔡司原位接口套件，采用 4D 成像推动研究

利用 X 射线研究的无损性质，让您的研究超越三维空间，扩展到时间维度，实现 4D 实验。

蔡司 Xradia CrystalCT 支持从高压驱替到拉伸、压缩及温度控制台，再到用户自定义设计在内的多种原位辅助装置。您可以在您的蔡司 Xradia CrystalCT 仪器上添加可选配的原位接口套件，包括机械集成套件、坚固耐用的布线导槽和其它设施（馈入装置），以及能够简化使用“定位 - 和 - 扫描” (Scout-and-Scan) 用户界面控制的测试规程软件。如果您的需求已经超过了原位实验的分辨率限制，可将蔡司 Xradia CrystalCT 升级为 Xradia 620 Versa X 射线显微镜，利用大工作距离下高分辨率成像 (RaaD) 技术实现原位样品室或装置内样品的高性能断层扫描成像。



让业内优异的原位解决方案臻至善：配有 Deben 热力学样品台的原位套件



在不同退火步骤下成像的阿姆科铁样品的 4D 晶粒图。

t0: 初始状态; t1: 在 880°C 下退火 8 小时后; t2: 在 880°C 下退火 16 小时后。  
通过在三个时间状态下的样品成像，可以捕捉到顶部粉红色晶粒异常生长的情况。  
由美国佛罗里达大学的 Burton R. Patterson 教授提供。

# 拓展您的应用

- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

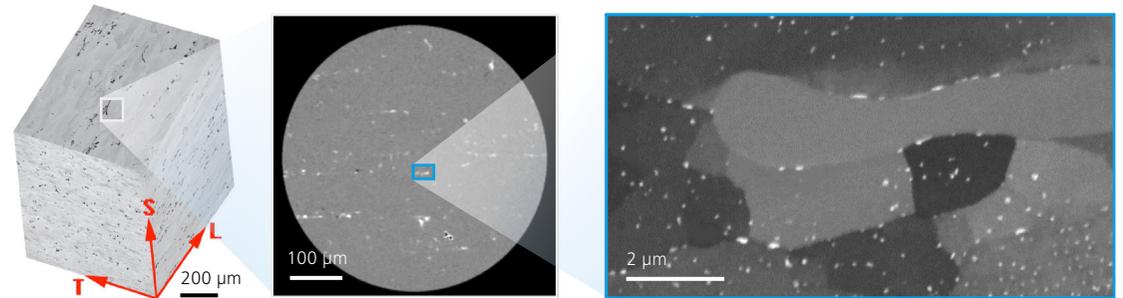
## 关联显微技术

从无损 X 射线成像开始，驱动关联工作流程，从而无缝连接 3D X 射线、光学和扫描电镜分析。

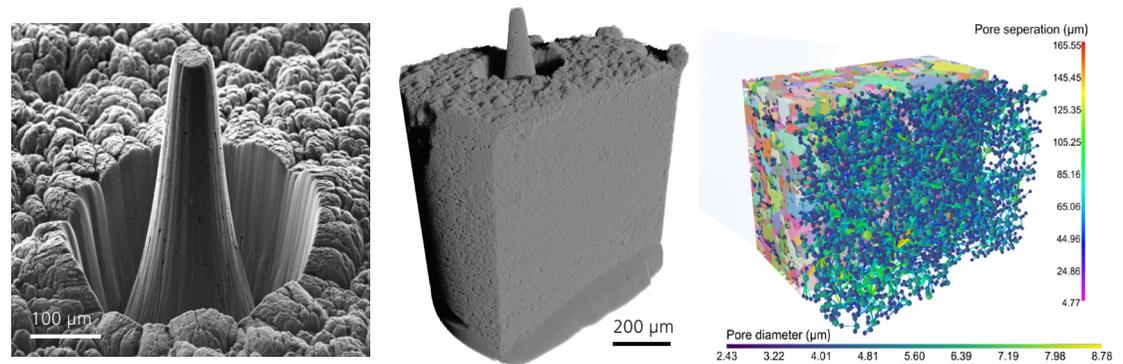
- 使用蔡司 Xradia CrystalCT 对您的样品进行无损扫描
- 在三维断层扫描数据确定的特定感兴趣区域指引下，使用 FIB-SEM 进行进一步分析。
- 使用飞秒激光切割技术快速获取深埋的 ROI
- 对于深埋的感兴趣结构进行 TEM 或原子探针样品制备
- 以出色的 3D 分辨率进行 FIB-SEM 断层扫描

## 使用蔡司 Crossbeam Laser 为您的高分辨率微米 CT 扫描准备特定位置的样品

- 快速制备特定位置的小直径柱子，用于对密度极高的样品进行 microCT 和 nanoCT 分析，融蚀率高达 1500 万  $\mu\text{m}^3/\text{s}$  (硅)
- 由于使用了超短飞秒激光脉冲，样品损伤和高温影响区降到了最低
- 可实现特定位置的激光制备，定位精度低至 2  $\mu\text{m}$



7075 铝合金的多尺度分析 使用 Xradia Versa 进行的样品扫描 (左)。XRM 内部断层扫描，观察视野为 0.75 mm，体素大小为 750 nm (中)。FIB-SEM 断层扫描薄片显示硅杂质 (右)。与亚利桑那州立大学的 S. Singh 和 N. Chawla 合作。



使用蔡司 Crossbeam 激光进行核石墨柱制备 (左)；蔡司 Xradia Versa 对整个样品进行概览扫描 (中)；使用蔡司 Xradia Ultra XRM 获得的 3D 重建和图像分割数据，显示孔径和孔隙之间的距离 (右)。

## 拓展您的应用

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

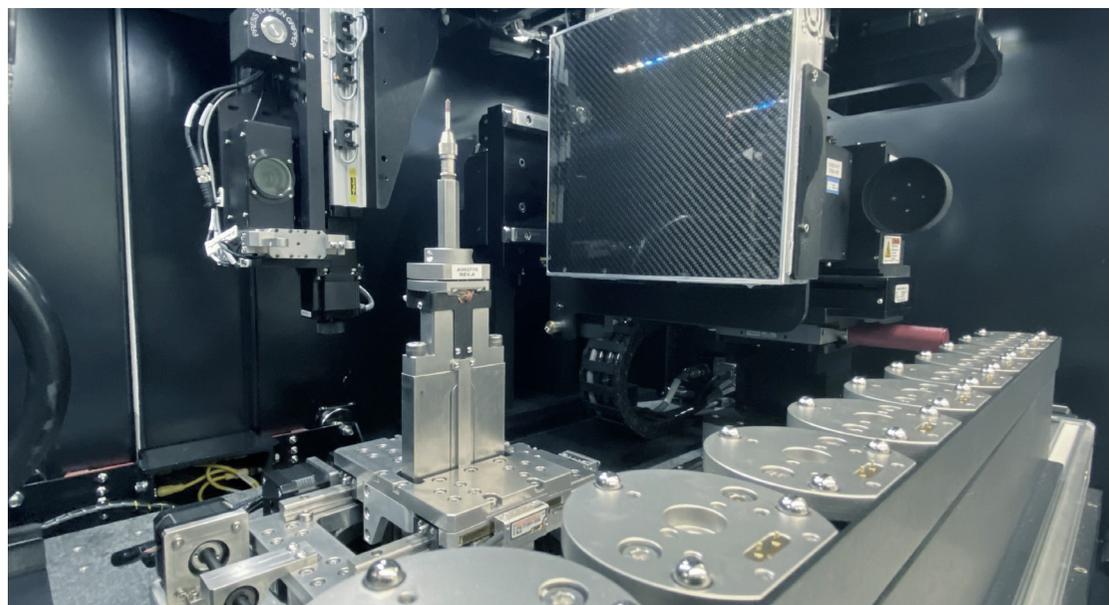
› 技术参数

› 售后服务

### 自动进样装置减少用户操作，提高样品处理效率

使用所有的蔡司 Xradia Versa 和 CT 系统时，可通过选配的自动进样装置更大程度地减少用户操作，以提高仪器的利用率。通过启用多任务运行减少用户干预的频率并提高效率。可装载多达 14 个样品台（支持多达 70 个样品），通过设置成像队列实现仪器的全天或轮班运行。

自动进样装置能够灵活地完成队列的重新排序、取消或停止操作，方便随时插入高优先级的样品。在“定位 - 和 - 扫描”（Scout and-Scan）用户界面中的电子邮件 / 文本提醒功能会及时提供队列进度的最新情况。此外，自动进样装置还能为相似样品的大批量重复性扫描提供 workflow 解决方案。



自动进样装置选配件可同时对一次多达 14 个样品的运行队列进行编程。

# 拓展您的应用

- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

## Dragonfly Pro: 强大的可视化和定量分析工具

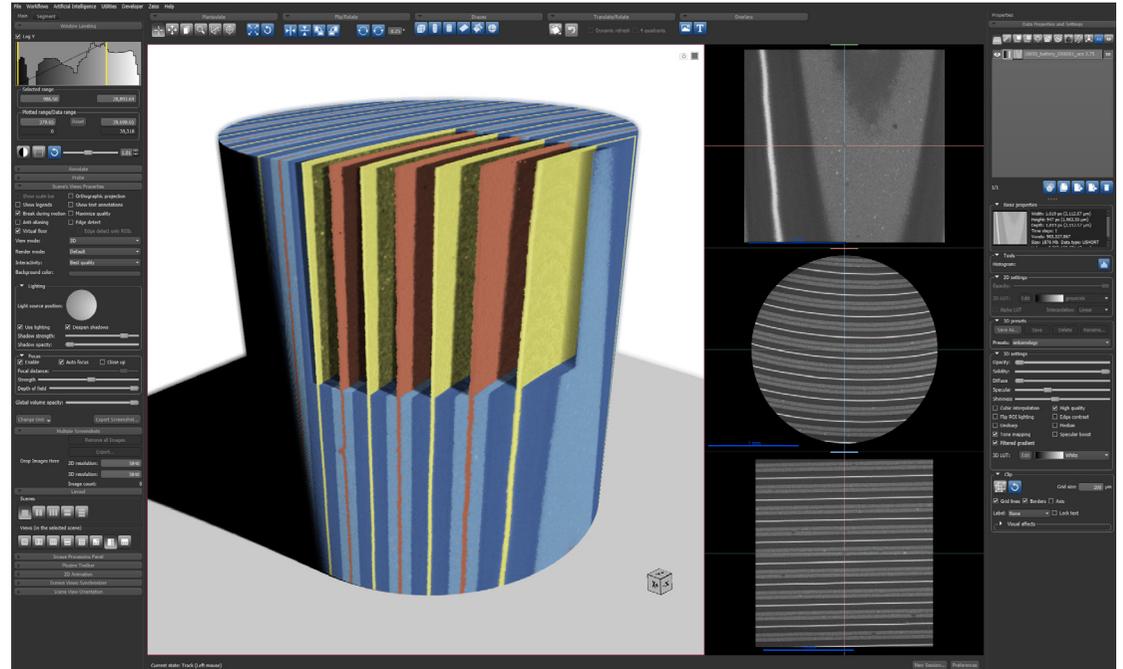
Dragonfly Pro 是 Object Research System (ORS) 公司研发的一款高级 3D 可视化与分析软件, 蔡司独家拥有该软件处理扫描电子显微镜、双束离子束电子显微镜和 X 射线断层扫描的使用权。

Dragonfly Pro 使用高级可视化技术和先进的立体渲染, 能够高清地探索数据集的细节信息和特性。可以在同一工作站内记录多种数据, 并借助扩展的图像处理功能轻松操作 2D 和 3D 数据。

Xnovo GrainMapper3D 生成的晶粒图 (作为 Versa 或 CrystalCT 系统 LabDCT 模块的一部分) 可以导入 Dragonfly Pro, 并与其它类型的数据集 (如吸收衬度断层扫描) 一起可视化。

### 专为使用显微镜技术人员的需求而设计

- 用于集成多尺度关联显微技术的通用工作站, 跨度涵盖厘米到纳米
- 简单直观的用户界面
- 可使用 Python 定制



### 处理各种蔡司显微镜所采集的数据

- 读写各种不同格式, 包括 .txm 和 .czi
- 自动处理和应用宏, 以实现自动化工作流程
- 专由蔡司提供

### 通过可选模块扩展软件

- 用于高级分割的深度学习
- 实现精准的专业指标的骨分析

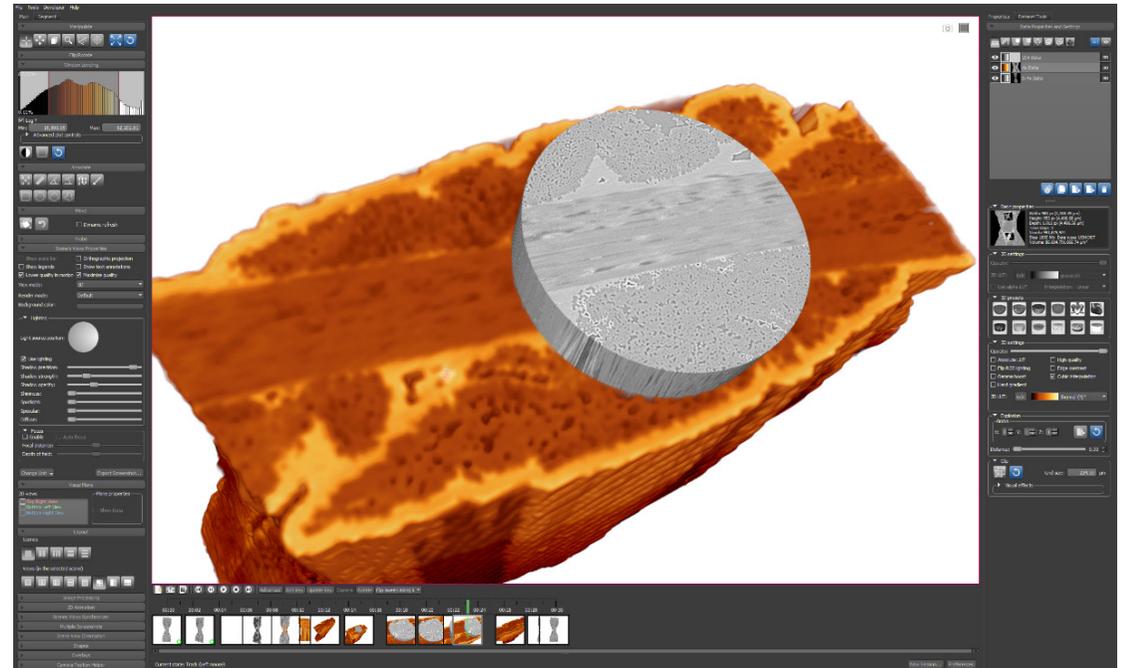
### 全功能 3D 可视化和数据分析平台

- 使用强大而直观的分割和分析工具找到量化结果
- 创建引人入胜的视觉媒体

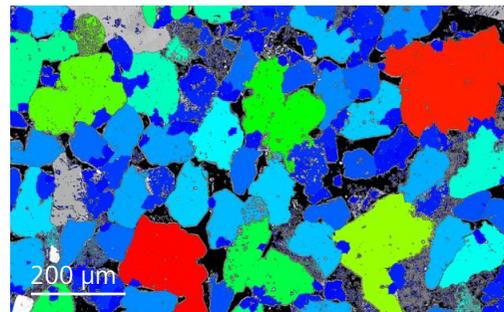
## 拓展您的应用

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

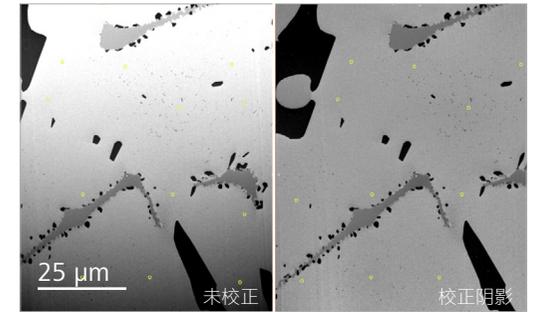
ORS 的 Dragonfly Pro 是一款可进行自定义配置的软件包。您可以量身定制打造适合您工作流的工具，选择插件来控制图像对齐、映射差异和自定义外观。Dragonfly Pro 还支持常规和非结构化表面网格，并包含高级编辑工具，可从网格创建感兴趣区域，反之亦然。通过即插即用型开发工具包 (PDK)，您可以利用 Dragonfly Pro 的核心技术快速建立专门的工作流程。



打造适合您工作流的工具：选择插件来控制图像对齐、映射差异和自定义外观。在蔡司 Xradia Versa 显微镜上成像的陶瓷基复合材料。样品由科罗拉多大学的 David Marshall 博士提供。



计算形态特征来可视化定量分析结果。使用扫描电子显微镜对砂岩成像，用以呈现砂岩中颗粒的体积分布。图片由伦敦帝国理工学院提供。



图像滤波：校正阴影，去除噪声。使用 Crossbeam FIB-SEM 对镍硬质合金成像。数据由 AGH University 大学的 P. Bala 提供。

# 为您的应用量身定制

› 简介

› 优势

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

	任务	蔡司 Xradia CrystalCT 提供
<b>材料研究</b>	<p>表征三维晶体晶粒取向和微观结构特征，包括孔隙、裂缝、空洞和其它表面以下缺陷</p> <p>分析复合材料和其它多相功能材料的异质性</p> <p>通过 4D 成像实现对微观结构变化进行可视化 and 定量</p> <p>采用无损 3D 数据集识别感兴趣区域，为进一步研究定位导航</p> <p>表征药物颗粒的大小、形状、取向和在三维空间内的分散情况</p>	<p>高分辨率吸收衬度断层扫描和无损三维晶粒成像的补充信息，提供了尺寸、形状、取向和晶界信息</p> <p>通过无损方式观察到的内部微观结构和堆叠的晶粒图是表面成像方法，如光学和电子显微镜，无法实现的。</p> <p>能够对数据进行分割和分析，以获得定量的 3D 结构和颗粒描述</p> <p>通过原位 (in situ) 和非原位 (ex situ) 条件下进行 4D 成像，以观察材料的演变过程，例如力学载荷或腐蚀</p>
<b>原材料</b>	<p>表征三维晶粒取向以及矿物、金属和合金的纹理</p> <p>研究工艺参数的影响以提高材料性能</p> <p>表征岩心尺度的非均质性并定量分析孔隙结构</p> <p>进行失效分析——确定失效原因并识别缺陷 / 夹杂物以确定根本原因</p> <p>改进选矿工艺，分析尾矿以更大限度提高采收率，进行热力学浸出研究，对铁矿石等采矿产品进行 QA/QC</p>	<p>以 3D 形式了解晶粒尺寸和相的演变，从而洞察合金性能以及其对热加工和机械加工的依赖性</p> <p>导出实际的 3D 结构进行物理模拟：使用无损 3D 断层扫描数据预测材料性能（力学、热等）或进行数字岩心模拟</p> <p>在高通量模式下对岩心（最大 4 英寸）进行成像、表征和建模</p> <p>为原位流体研究或 3D 矿物学进行高衬度 3D 成像</p>
<b>制造和装配</b>	<p>评估增材制造的零件的内表面粗糙度</p> <p>装置和器件的成像，用于检测或失效分析</p> <p>优化电子、汽车和医疗器件行业的工艺开发</p>	<p>适用于各种样品尺寸，包括 3D 全景中的大物体，在特定的应用中搭配 3D 晶粒图</p> <p>对 3D 打印金属部件进行基于晶体学的打印质量评估</p> <p>可对完整的器件进行高通量扫描并快速获得结果</p> <p>补充或替代物理切片，无需破坏样品</p>
<b>生命科学</b>	<p>对不同尺寸的样品，小至细胞群，大至整只动物，进行虚拟组织成像</p> <p>借助细胞结构的高分辨率、高衬度图像深入探究发育生物学</p> <p>对完整的大样品进行成像，如大脑、大块骨头和整只动物</p> <p>探索植物的 3D 组织，从种子、土壤中的根系网络到茎叶结构</p> <p>分析生物材料和植入物的 3D 结构</p>	<p>对染色和未染色的软硬组织及生物微观结构进行高衬度成像</p> <p>快速无损地验证样品的染色和特征结构位置，以便后续使用 3D 电子显微镜进行成像</p>

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

› 简介

› 优势

› **应用**

› 系统

› 技术参数

› 售后服务



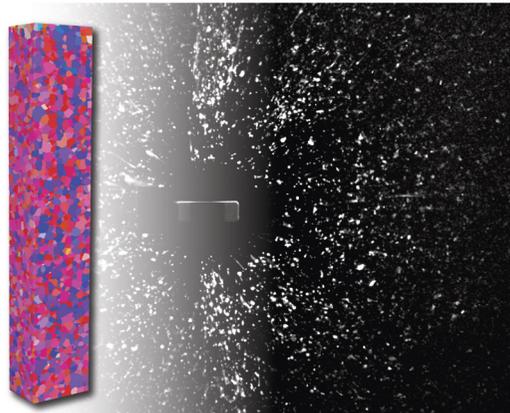
铝-4wt.%铜样品的3D晶粒图，尺寸为（直径）1.1 mm、（高度）5.1 mm。图像是使用黄金螺旋扫描样品而得。



$\beta$ -Ti样品的3D晶粒图，尺寸为（边长）1.0 mm、（高度）3.2 mm。图像是使用黄金螺旋扫描样品而得。



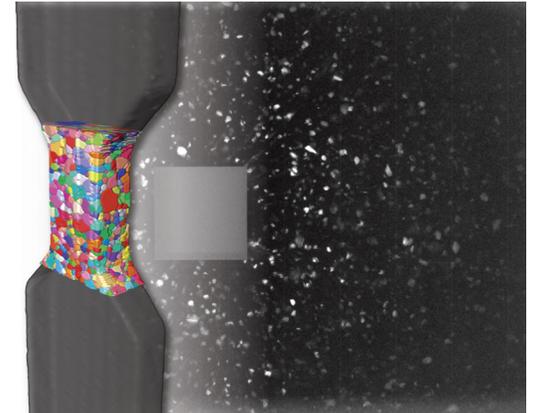
高纯铁样品的3D晶粒图，尺寸为（直径）1.0 mm、（高度）3 mm。图像是使用带平移的黄金螺旋扫描样品而得。样品由美国佛罗里达大学的Burton R. Patterson教授提供。



低碳钢样品的3D晶粒图，尺寸为（边长）0.4 mm、（高度）2.0 mm。图像是使用黄金螺旋扫描样品而得。样品由日本KEK的Masao Kimura教授提供。



奥氏体不锈钢样品的3D晶粒图，尺寸为（边长）0.66 mm、（高度）4.4 mm。图像是使用带平移的黄金螺旋扫描样品而得。样品由丹麦技术大学的Grethe Wither教授提供。



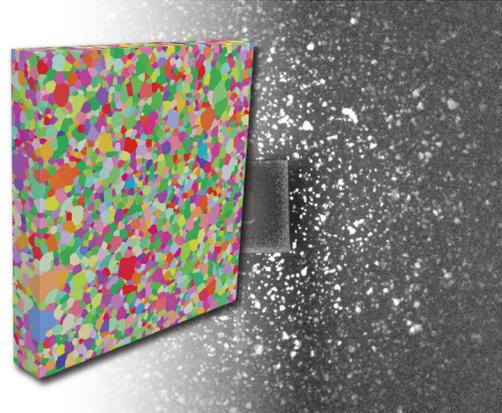
铝-4wt%铜样品的3D晶粒图，测量断面尺寸为（长度）1.25 mm、（宽度）1.0 mm、（厚度）0.5 mm。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。样品由日本丰桥技术科学大学的Masakazu Kobayashi教授提供。

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务



超薄取向电工钢样品的 3D 晶粒图，尺寸为 (RD) 4 mm、(TD) 2 mm、(ND) 0.08 mm。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。样品由中国钢研科技集团的 Li Meng 博士提供。



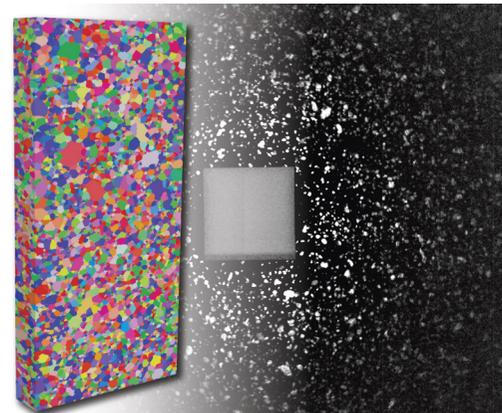
3% 硅无取向电工钢样品的 3D 晶粒图，尺寸为 (RD) 3 mm、(TD) 3 mm、(ND) 0.5 mm。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。样品由斯洛伐克 Slovak Academy of Science 的 Ivan Petryshynets 博士提供。



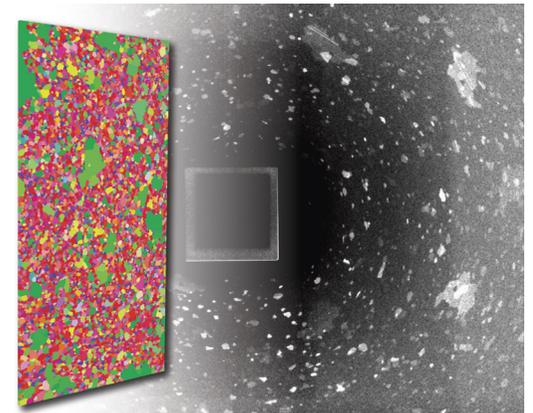
超薄取向电工钢样品的 3D 晶粒图，尺寸为 (RD) 4 mm、(TD) 2 mm、(ND) 0.08 mm。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。样品由中国钢研科技集团的 Li Meng 博士提供。



AA5657 样品的 3D 晶粒图，尺寸为 (RD) 4 mm、(TD) 2 mm、(ND) 0.5 mm。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。样品由美国 Novelis 的 Robert Sanders 博士提供。



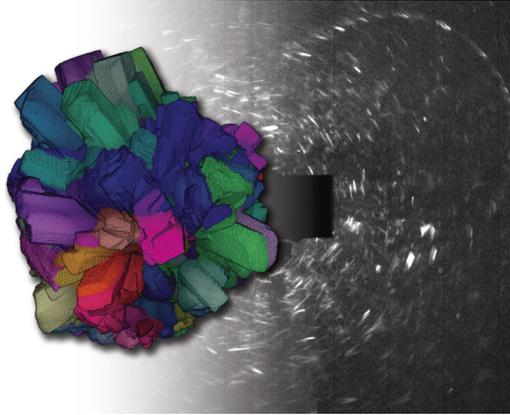
含 Sb 无取向电工钢样品的 3D 晶粒图，尺寸为 (RD) 4.2 mm、(TD) 2.2 mm、(ND) 0.5 mm。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。样品由中国国立中山大学 Liuwen Chang 教授提供。



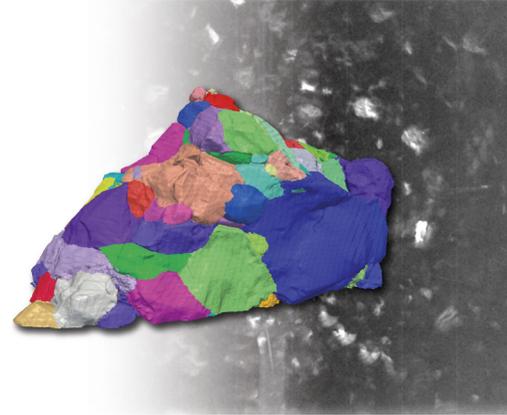
定向电工钢样品的 3D 晶粒图，尺寸为 (RD) 40 mm、(TD) 20 mm、(ND) 0.2 mm。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。样品由中国北京科技大学的 Ping Yang 教授提供。

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务



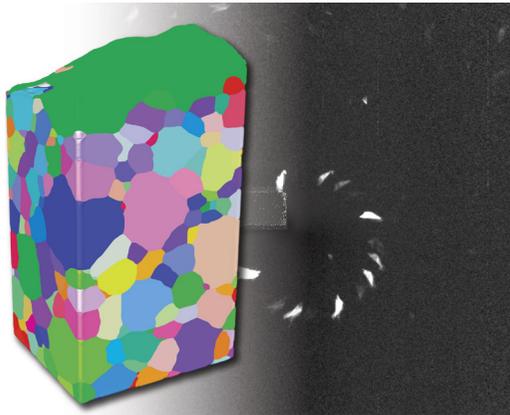
文石样品的 3D 晶粒图，尺寸约为直径 15 mm。图像是使用黄金螺旋扫描样品而得。



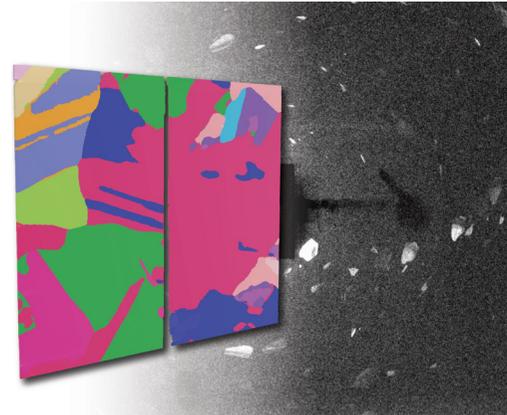
橄榄岩样品的 3D 晶粒图，高度约为 3 mm。图像是使用带平移的黄金螺旋扫描样品而得。



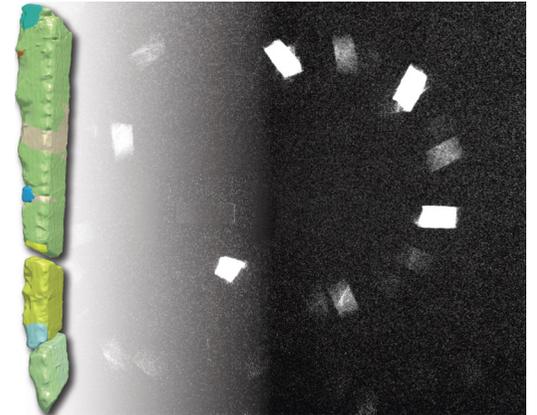
堆叠蓝宝石球体的 3D 晶粒图，单个球体直径为 0.2 mm。图像是使用黄金螺旋扫描样品而得。



SrTiO<sub>3</sub> 样品的 3D 晶粒图，边长 0.8 mm。图像是使用黄金螺旋扫描样品而得。样品由美国佛罗里达大学的 Amanda Krause 教授提供。



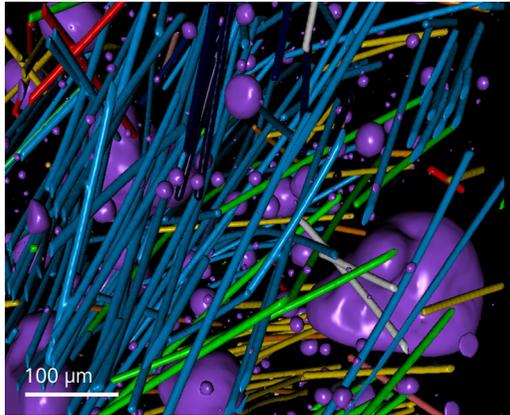
高度为 30 mm 的太阳能电池板的多晶硅材料 3D 晶粒图。图像是使用高纵横比的黄金螺旋扫描样品而得。



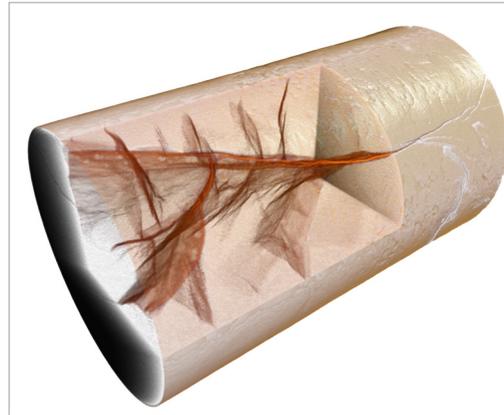
样品高度为 5.3 mm 的多晶硅材料 3D 晶粒图。图像是使用黄金螺旋扫描样品而得。样品由美国密歇根大学的 Ashwin Shahani 教授提供。

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

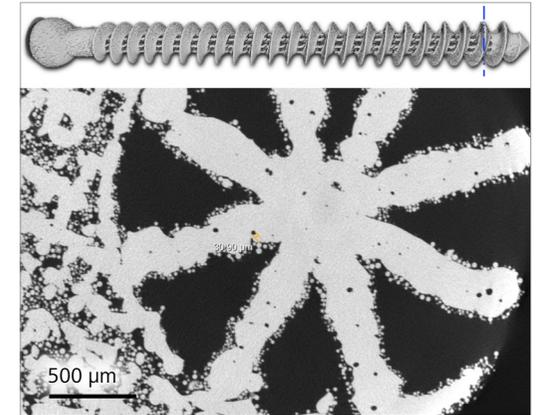
- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务



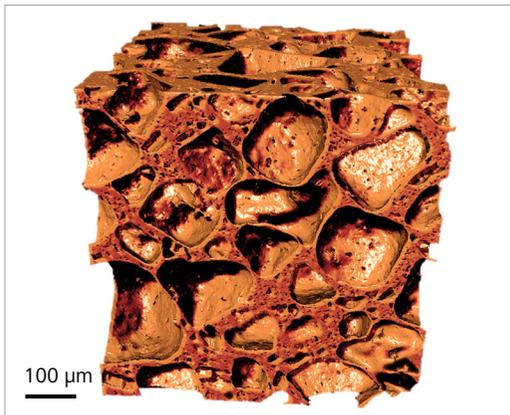
对钢筋混凝土样品进行定量体积分析。孔隙渲染为紫色。渲染对应的是一个 350 × 100 × 50 mm 大型混凝土狗骨状测试样品中的一个小体积成像。



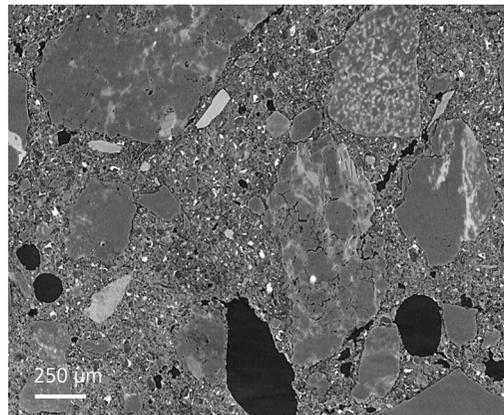
对承重钢螺栓圆柱形柄部由于腐蚀疲劳而形成的裂缝网络进行三维渲染。



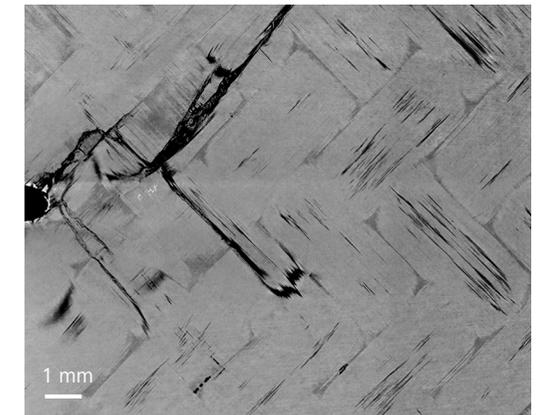
3D 打印 Ti-6Al-4V 螺丝的体积渲染（顶部）。蓝色虚线标明了感兴趣区域扫描的横截面视图（底部），展示了局部的微观结构和缺陷，如孔隙和未烧结的粉末颗粒。



具有闭孔单元结构的多孔陶瓷样品的微观结构视图。3D 扫描可以对壁厚和净孔隙度进行定量评估。



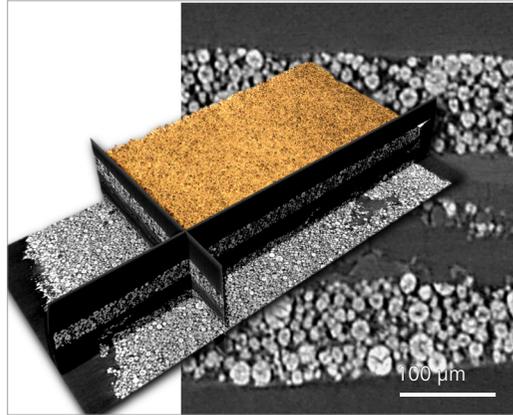
以 0.8 μm/体素分辨率扫描的混凝土样品横截面视图。可以观察到混凝土不同组分且对比鲜明。也可以辨别出大颗粒和聚集物之间较细的边界间隙。



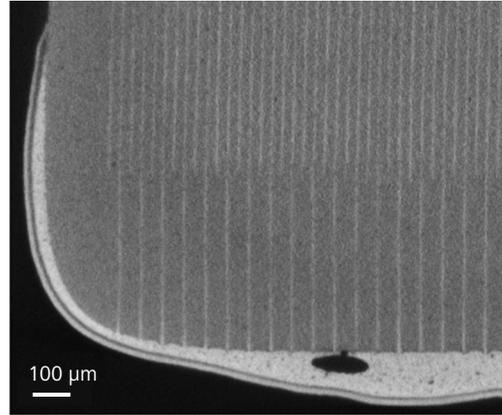
一连串裂纹横截面视图，裂纹始于切口处，在密集纺织的碳纤维复合板中扩散开来。

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

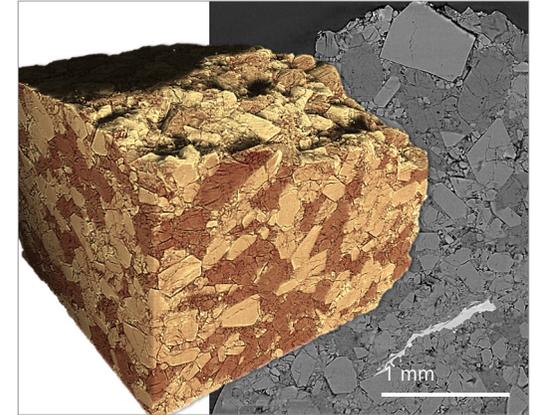
- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务



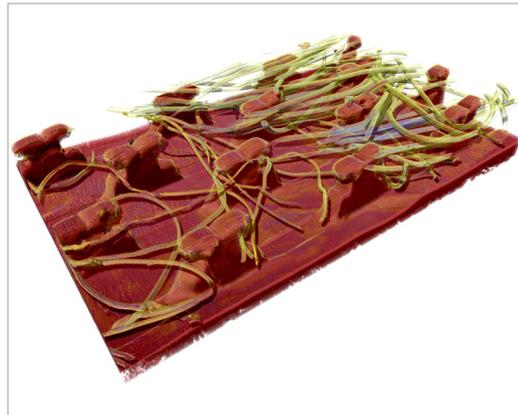
锂离子电池阴极材料，可以通过对拆去包装且进行充电循环后的电池阴极材料进行成像来表征老化损伤。



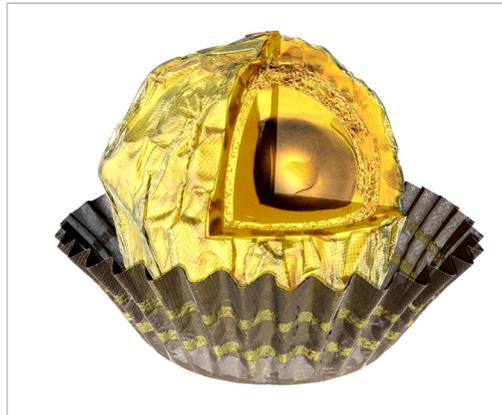
多层陶瓷电容器虚拟横截面。三维成像展示了陶瓷和薄金属电极的交替层。也请注意电极接触层的大型缺陷（孔隙）。



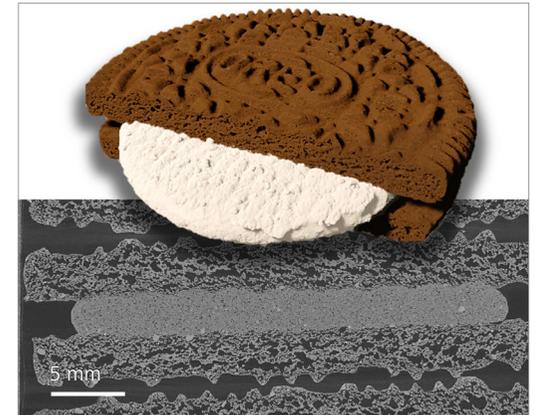
药品成分 L-谷氨酸，成像可得两种同质异形体。三维渲染和二维虚拟横截面显示了两个相位和界面裂缝网络之间的高衬度。



使用 CrystalCT 对一次性纸尿裤片上的微观粘扣保护贴进行成像，展示了与成排的钩子相啮合的纤维环形结构。纤维结构和钩状结构都是由低密度聚合物制成的，但却具有出色的衬度和清晰度。



精美巧克力糖果的完整观察视野成像。巧克力和威化已虚拟剖切，用以显现中心榛子内核。即使是低吸收样品，CrystalCT 也能提供出色的成像衬度。



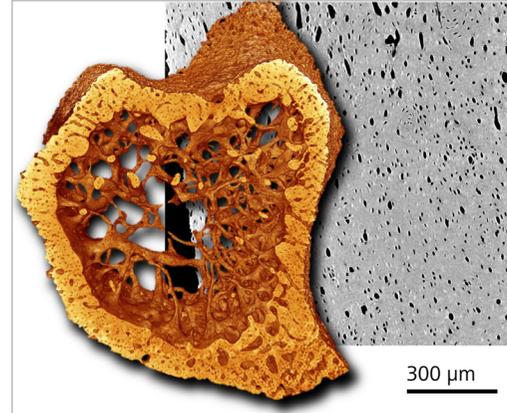
三维渲染和二维虚拟横截面视图展示了奥利奥饼干的内部结构。横截面展示了奶油和饼干部分的多孔微观结构以及不同相。

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务



石蜡包埋老鼠胚胎的二维虚拟横截面和三维渲染剖视图。高衬度的成像结果使得内部结构清晰可见。样品由麻省总医院提供。



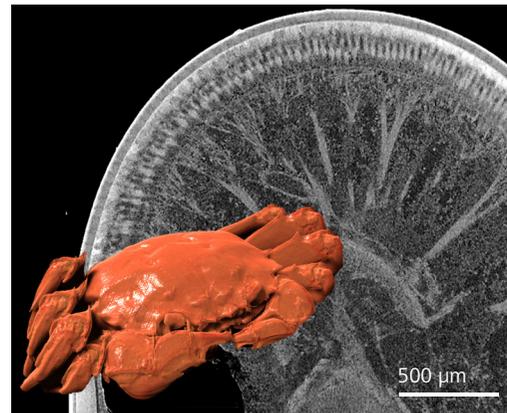
小鼠胫骨的三维渲染和二维虚拟横截面显示了骨头的微观结构。三维渲染显示了骨小梁网络。



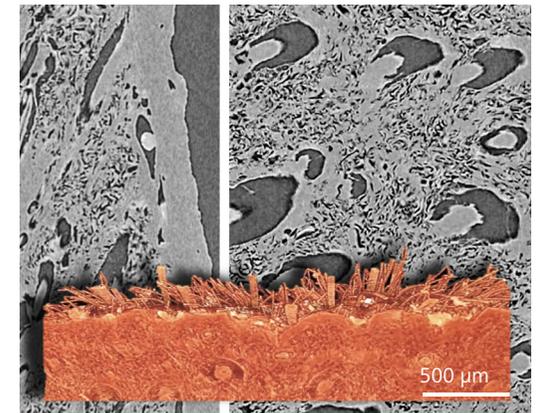
熊颌的三维渲染。CrystalCT 可以实现高效大型样品扫描。



使用吸收衬度断层扫描观察双叶环花草种子的微观结构。高衬度下种子的三维微观结构特征清晰可见。该示例强调了 CrystalCT 有着作为出色的化石形成学工具的潜力，因为它可以提供高分辨率的无损虚拟截面。



螃蟹复眼的虚拟二维横截面。可以观察到各种微观结构的细节，如角膜晶体、晶状体和视网膜细胞以及内部特征。



在三维（前景）和二维虚拟横截面（背景）中观察到的小鼠皮肤微观结构细节。可以观察到真皮层和表皮层的各种细节。

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

› 简介

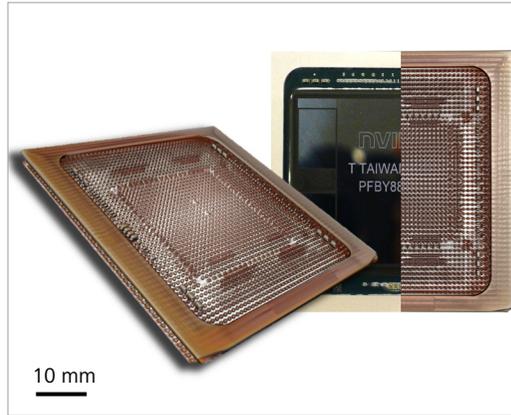
› 优势

› 应用

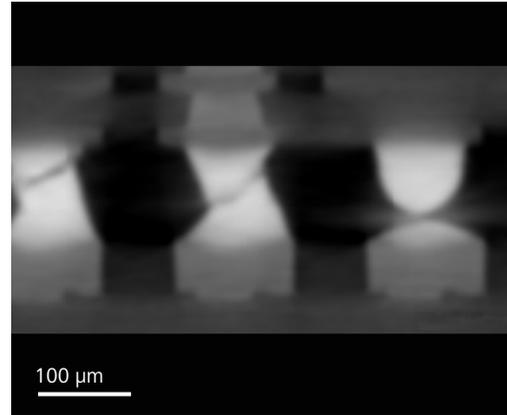
› 系统

› 技术参数

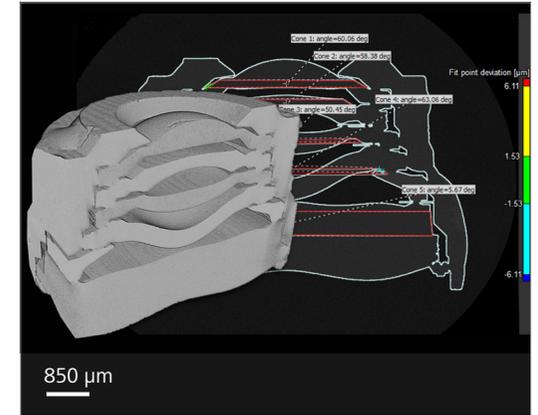
› 售后服务



2.5D 嵌入式封装—Nvidia Tesla v100。



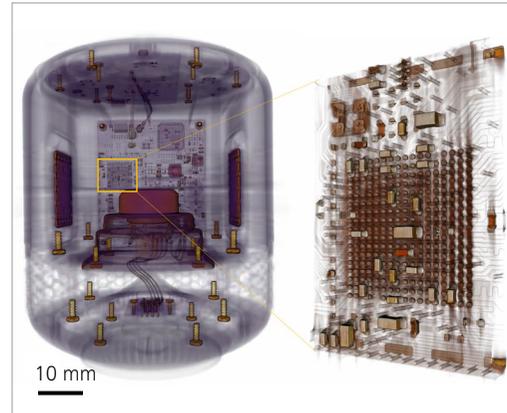
虚拟横截面图像，显示了半导体封装中 C4 bumps 上的非焊接缺陷。



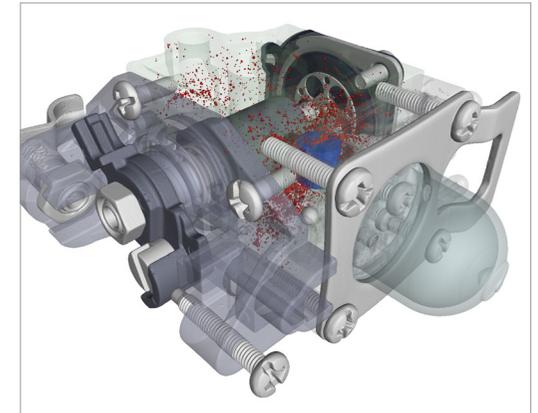
智能手机相机镜片组装配。



在 28 μm/ 体素下成像的智能手表三维渲染图。图像显示了整个手表部件及内部特征，如主板和声音组件。



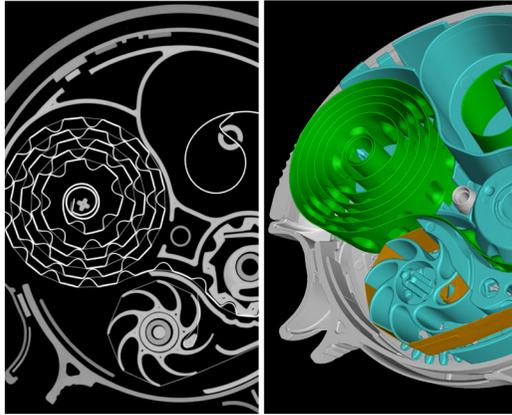
以 39 μm/ 体素（左，垂直拼接的数据）和 7.5（右）μm/ 体素的分辨率扫描完整智能音箱所得的三维渲染图。可以观察到样品的各种内部特征且对比鲜明。



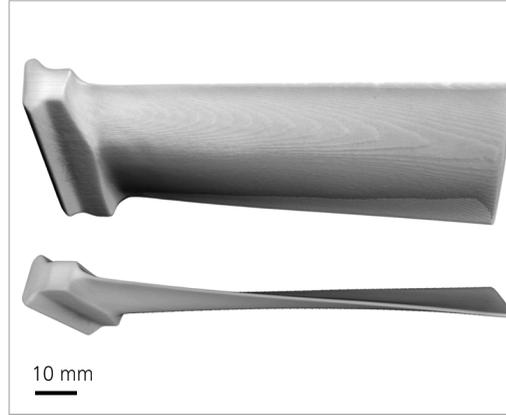
小型化油器部件的半透明视图，显示了其内部组件并评估了铝铸件的孔隙度。

# 蔡司 Xradia CrystalCT 应用案例

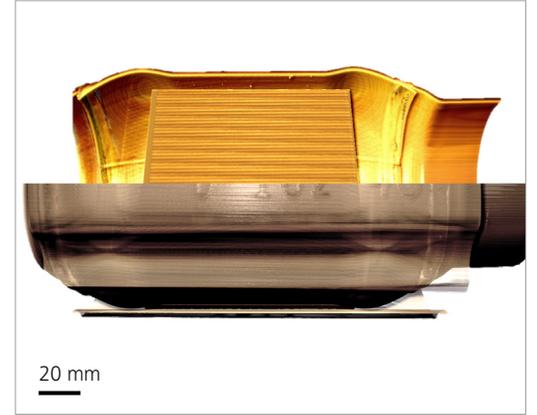
- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务



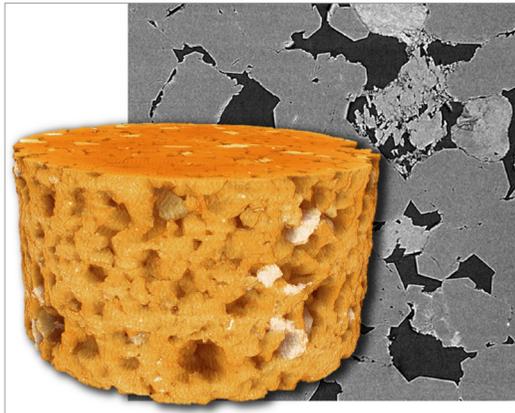
呼吸系统药物输送吸入器设备。左：二维截面图，右：三维渲染。



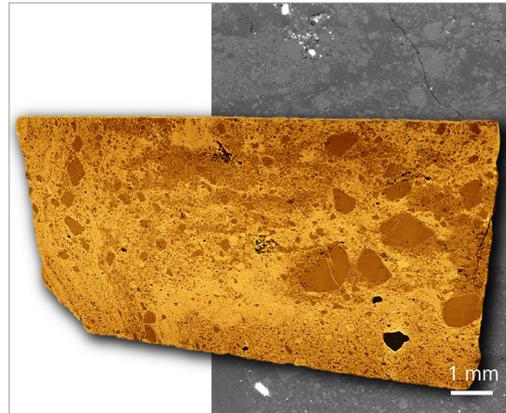
涡轮叶片的三维渲染，显示了翼型的几何形状。



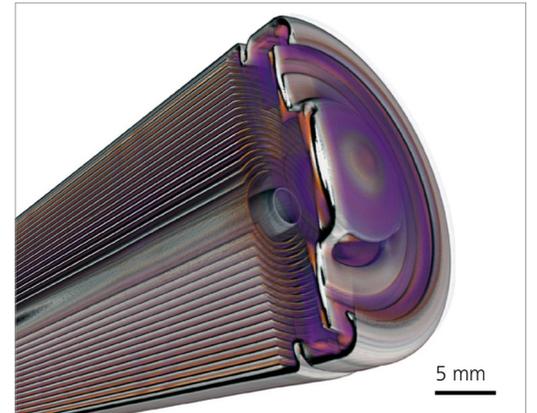
完整催化转换器的 3D 扫描图像。虚拟横截面图可实现对内部结构的研究。



高渗透性贝瑞亚砂岩的三维渲染（前景），二维横截面（背景）。由于高衬度，石英、长石和孔隙都可以清晰区分。



来自灶神星的古铜无球陨石样品。样品由 NASA 提供。



完整锂离子电池的三维渲染。

# 您的 CrystalCT 成像解决方案

简介

优势

应用

系统

技术参数

售后服务



## 1 X-ray 微米 CT

- 大观察视野、无损三维 X 射线微焦点计算机断层扫描系统

## 2 X 射线源

- 高性能焦点稳定型闭管透射源 (30 - 160 kV, 最大 10 W)

## 3 探测器系统

- 高速、大阵列 CMOS 平板探测器 (3072 × 1944 像素), 可实现大观察视野和高通量

## 4 晶体采集模块

- 三件 DCT 源侧光阑
- 六件可固定到探测器上的零级光挡光板

## 5 晶体高级采集模式

- 用于获得不同样品几何尺寸的晶粒图
- 黄金螺旋扫描
- 带平移的黄金螺旋扫描
- 高纵横比的黄金螺旋扫描

## 6 可实现高分辨率的系统稳定性

- 抗震花岗岩底座
- 环境热稳定
- 低噪声探测器
- 先进、专有的稳定机制

## 7 吸收模式中适用于不同样品大小的系统灵活性

- 可变扫描几何形状
- 可调体素大小
- 用于连接多个断层扫描图像的垂直拼接技术

## 8 Smartshield 用于样品保护和设置优化

- 整合在“定位 - 和 - 扫描” (Scout-and-Scan) 控制系统中的快速数字防撞圈创建功能
- 3D 样品和仪器安全
- 在实验设置过程中提高操作人员的效率

## 9 带性能增强选项的高级重建工具箱

- 蔡司 DeepRecon Pro 采用基于人工智能的重建技术, 可在单一、半重复和重复样品工作流程中实现高达 10 倍的通量或优异的图像质量

- 蔡司 OptiRecon 采用迭代重构, 可实现高达 4 倍的通量和提高图像质量
- 蔡司 PhaseEvolve 用于在中低密度样品或高分辨率成像应用中增强对比度和分割

## 10 自动进样选配装置 (图中未显示)

- 通过减少用户干预提升工作效率
- 可按程序实现对多达 14 个样品进行处理
- 可实现大批量重复扫描的自动 workflow

## 11 载物台

- 25 kg 样品台承载负荷

## 12 X 射线滤光片

- 13 滤光片组, 可根据样品大小和密度调整光束能量

## 13 原位和 4D 解决方案

- 针对 Deben 样品台集成原位测试规程控制功能
- 原位接口套装选配 (图中未显示)
- 可定制原位 workflow 接口套件

## 14 仪器工作站

- 具有快速重构功能的强大工作站
- 基于 NVIDIA CUDA 平台的双 GPU/128 GB RAM
- 多核 CPU
- 24 寸显示器

## 15 晶体重建和二级工作站可视化

- 具有快速重构功能的强大工作站
- 基于 NVIDIA CUDA 平台的双 GPU/128 GB RAM
- 多核 CPU
- 30 寸显示器

## 16 软件

- 采集: 蔡司“定位 - 和 - 扫描” (Scout-and-Scan) 控制系统
- CT 标准重建: 蔡司 XMReconstructor
- DCT 重建: Xnovo Technology GrainMapper3D
- 图像观察: XM3DViewer
- 与许多其它 3D 图像可视化和分析软件程序兼容
- 图像分割: 蔡司 ZEN Intellesis (选配)
- 3D 可视化和分析: ORS Dragonfly Pro (选配)

# 技术参数

› 简介

› 优势

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

## X 射线吸收成像

可实现的最小体素 <sup>[a]</sup>	0.5 $\mu\text{m}$
空间分辨率 <sup>[b]</sup>	0.95 $\mu\text{m}$
特定工作距离下的可实现体素 <sup>[a,c]</sup>	0.5 mm 下 0.5 $\mu\text{m}$ ; 2.5 mm 下 0.8 $\mu\text{m}$ ; 12.5 mm 下 2.5 $\mu\text{m}$ ; 25 mm 下 4.0 $\mu\text{m}$ ; 100 mm 下 12.1 $\mu\text{m}$

[a] 体素是一个几何术语，与分辨率相关，但不用于确定分辨率，在这里提出仅用于比较。蔡司使用空间分辨率（可真实全面地衡量仪器分辨率的指标）来表示分辨率。

[b] 采用蔡司 Xradia 2D 分辨率标样测得的空间分辨率。[c] 工作距离定义为旋转轴周围的间隙。该值可理解为样品的半径。

## 晶体晶粒成像（X 射线衍射衬度断层扫描）

晶粒探测能力	20 $\mu\text{m}$
晶粒取向角度分辨率	0.1°
晶体对称性	立方、六方、三方、四方、斜方、单斜、三斜
DCT 高级采集模式	三种 DCT 模式包括黄金螺旋扫描、带平移的黄金螺旋扫描、高纵横比的黄金螺旋扫描
DCT X 射线源光圈	三件自动对准 DCT 光阑套件
DCT 探测器挡光板	六件可固定到探测器上的零级挡光板
DCT 重建和可视化	GrainMapper3D，技术支持由 Xnovo Technology 提供

## X 射线源

类型	焦点稳定型、闭管透射
管电压范围	30 – 160 kV
最大输出功率	10 W

## 探测器系统

高速、大阵列 CMOS 平板探测器	3072 × 1944 像素
单观察视野（直径 / 高度）	140 mm / 93 mm
最大观察视野（直径 / 高度）	140 mm / 165 mm

## Xradia 平台的稳定性

底盘	久经考验且稳定的 Xradia Versa 平台
防震	花岗岩底座
温度控制	内部温度稳定
漂移校正功能	运动自适应校准、样品漂移、热跟踪和补偿；加上专有的先进方法
无伪影成像法	动态环状伪影去除功能；二次背景校正；加上专有的先进方法

# 技术参数

› 简介

› 优势

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

## 样品台

样品台 (载荷)	25 kg
样品台行程 (x, y, z, $\theta$ )	50、100、50 mm, 360° 电动微定位功能
样品感兴趣区域 (ROI)	使用创新的样品台架构, 可以进行直观的 3D 导航, 从而精准定位目标研究区域
X 射线源行程 (z)	190 mm
探测器行程 (z)	475 mm
样品大小限制	300 mm

## 特色

“定位 - 和 - 扫描” (Scout-and-Scan) 控制系统	■
垂直拼接	■
蔡司 SmartShield	■
XRM Python API	■
CT 重建	用于仪器工作站的基于 CUDA 平台的双 GPU; 自动参数选择和无监督重建
晶体学重建	用于离线分析工作站的, 基于 CUDA 平台的双 GPU
蔡司自动进样装置 *	选配
原位接口套件 *	选配
蔡司 OptiRecon	选配
蔡司 DeepRecon Pro	选配
蔡司 ZEN Intellesis	选配
ORS Dragonfly Pro	选配
蔡司 PhaseEvolve	选配

\* 自动进样装置和原位接口套件无法同时安装在同一系统上

## 产品现场转换

可现场转换为 Xradia 620 Versa X 射线显微镜	选配
配备 LabDCT 和 FPX	

## X 射线安全标准

安全标准合规性	UL/CSA 61010-1、SEMI S2-0712、SEMI S8-0712、CE 标志
辐射安全	< 1 $\mu$ S/hr (相当于 0.10 mRem/hr) 在距离外壳表面上 25 mm 处进行测量

# 蔡司客户导向：持续改进和可持续升级

› 简介

› 优势

› 应用

› 系统

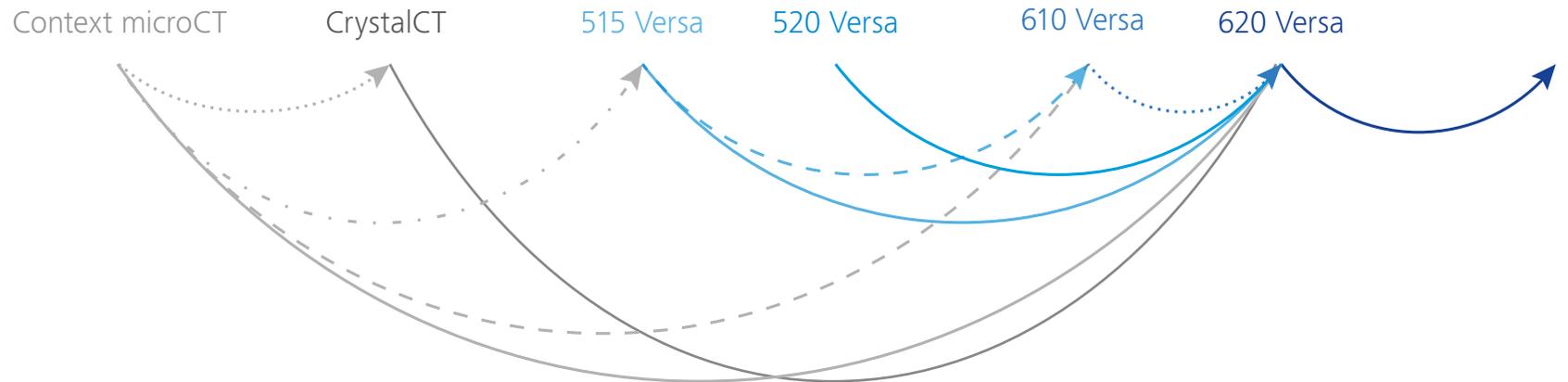
› 技术参数

› **售后服务**

**保障您的投资：蔡司 Xradia Versa 提供可扩展性。蔡司提供持续的支持，以确保您的系统不会落伍。**

大多数蔡司 X 射线显微镜的设计可随未来的创新和发展进行升级和扩展，可持续保障您的投资。这确保了您的显微镜功能随着技术进步而发展。这是三维 X 射线成像行业产品差异化关键因素之一。

从蔡司 Xradia Context microCT 到蔡司 Xradia 515/520 Versa，直到蔡司 Xradia 610/620 Versa，您可以在应用现场将系统转换为全新的 X 射线显微镜产品。除了在您的使用现场进行仪器转换外，新的模块还在不断开发中，这些模块不断提供新的功能来让您的仪器功能更强大，如原位样品环境、独特的成像模式和用于提高工作效率的模块。此外，定期发布的软件所包括的新功能也适用于已有设备，从而增强和扩展您的研究能力。





蔡司显微镜



**Carl Zeiss Microscopy GmbH**  
07745 Jena, Germany  
microscopy@zeiss.com  
www.zeiss.com/crystalct

卡尔蔡司（上海）管理有限公司  
200131 上海，中国  
E-mail: info.microscopy.cn@zeiss.com  
全国免费服务热线: 4006800720

上海办: (021) 20821188  
北京办: (010) 85174188  
广州办: (020) 37197558  
成都办: (028) 62726777