



**Anton Paar**

## SAXSpace

模块化纳米结构分析工具

材料科学的创新



# 想了解SAXS的最新内容吗？ 这有一些要点。

## SAXS 是什么？

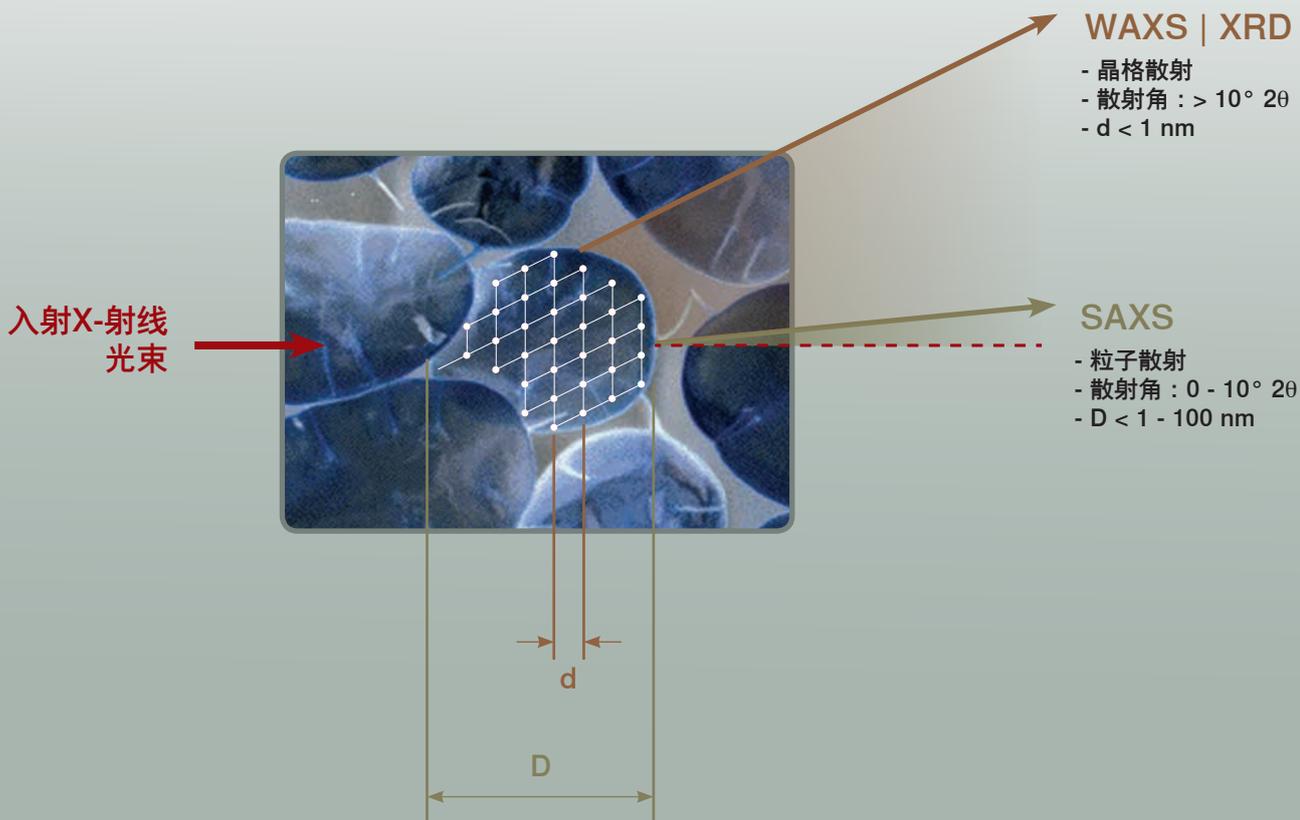
SAXS, 小角 X-射线散射是一种用于研究 1 nm 至 200 nm 纳米结构的无损方法。

SAXS 结果可以代表整个样品, 因此, SAXS 非常理想地补充了只能提供局部信息的方法, 如电子显微镜方法。

SAXS 还可以研究处于自然状态的生物样品。这种流行的应用被称为 **Bio-SAXS**。



## 不同角度 - 不同结果



## 不同的光束形状 – 不同的好处

在散射之前，X-射线被转换为形状规整的线形或点形光束。这个过程被称为准直。

线准直非常适合用于测定非取向（各向同性）体系，如稀分散液和乳液，而点准直适合分析取向样品和非均匀结构固体。

要想很好地覆盖 SAXS 的全部潜在应用范围，这两种准直模式都需要。

X-射线穿过样品，并被样品的粒子和畴区散射，产生与样品纳米结构特性对应的散射图。散射的 X-射线在不同的角度被记录下来。

在 SAXS 中，可以利用小角度 ( $< 10^\circ 2\theta$ ) 散射信息测定不超过 200 纳米的分子结构。为了研究更小的结构，如原子水平的晶格，可以利用更大角度 ( $> 10^\circ 2\theta$ ) 的 X-射线散射信息。此方法称为 **WAXS** (广角 X-射线散射)。

有时，为了研究表面纳米结构，可以将 X-射线光束以与样品表面平行的方式掠过平面样品。这种技术被称为 **GI-SAXS** (GI = 掠入射)。

## SAXS 应用

- ▶ **表面活性剂**  
洗涤剂、食品添加剂、营养品、药品、个人护理产品
- ▶ **胶体分散液**  
油漆、墨水和遮阳纸中的颜料、金属分散体、血液细胞
- ▶ **乳液**  
食品、药物载体系统、微乳液、个人护理产品
- ▶ **纳米复合材料**  
纳米填充聚合物复合材料 (粘土、碳纳米管)
- ▶ **聚合物和纤维**  
半结晶聚合物、嵌段共聚物、聚合物共混物、合成纤维
- ▶ **催化剂**  
石油炼制和加工、聚合、气体净化、燃料电池
- ▶ **液晶**  
液晶显示器、作为洗涤剂用的溶致性液晶、食品和药物输送系统、生物膜
- ▶ **生物材料**  
蛋白质、蛋白质复合物、脂质、肽

# SAXSpace

## 助您成功

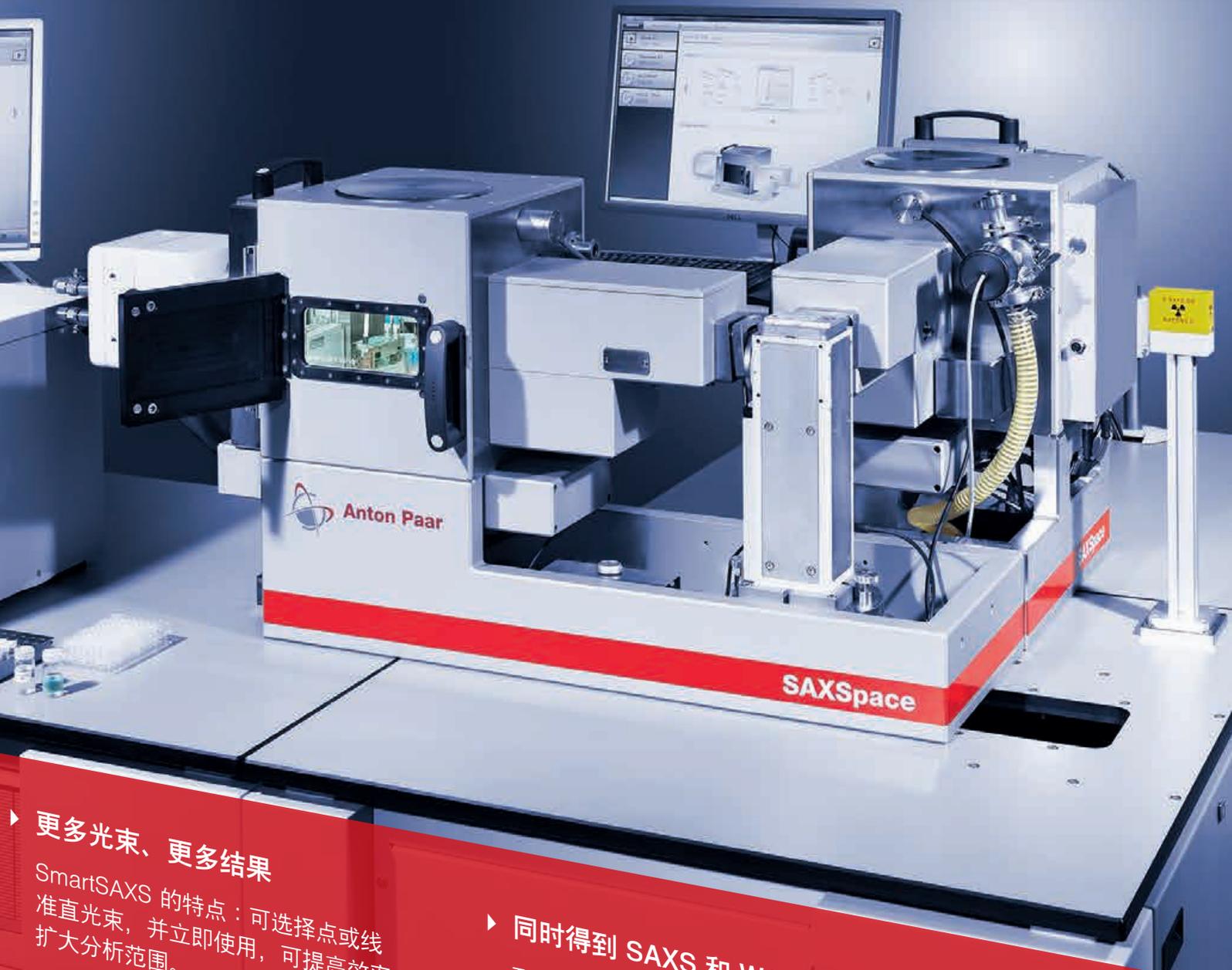
SAXSpace 是一种适用于 **SAXS**、**WAXS**、**GI-SAXS**、**Bio-SAXS** 等的模块化纳米结构分析仪。这种系统能够以最短的测量时间 - 理所当然，提供高质量的数据。

SAXSpace 独特的地方在于已准备就绪可随时满足您的需求。

有些用户欣赏系统的用户友好性、操作简单和迅速等特点。有些用户需要足够的工作空间以获得充分的实验灵活性。SAXSpace 可以满足全方位的要求。



- ▶ **以大空间为基础：**  
一体化的大尺寸样品室，内置对准台，可获得充分的实验灵活性
- ▶ **范围广泛的测量选择**  
适用于任何实际样品和测量条件的样品槽和样品台



### ▶ 更多光束、更多结果

SmartSAXS 的特点：可选择点或线准直光束，并立即使用，可提高效率，扩大分析范围。

### ▶ 同时得到 SAXS 和 WAXS

TrueSWAXS 的特点：以均匀的分辨率，进行最高到  $74^\circ 2\theta$  角的同时和连续 SWAXS 研究。

### ▶ 快速调准直

TrueFocus 的特点：各部件与 X-射线光束全自动、智能自调准直，具有前所未有的易用性

# SAXSpace—非它莫属

只有 SAXSpace  
具有下述特点。

## SmartSAXS

不需进行任何设置更改，SAXSpace 即可测试各向同性和取向样品。只需选择最符合需要的准直模式即可。

该仪器的 SmartSAXS 多光束理念使您能够同时使用线准直和点准直，多个光束线与单一 X-射线源连接。

测量时间缩短到最低，效率大幅提高。

## TrueFocus

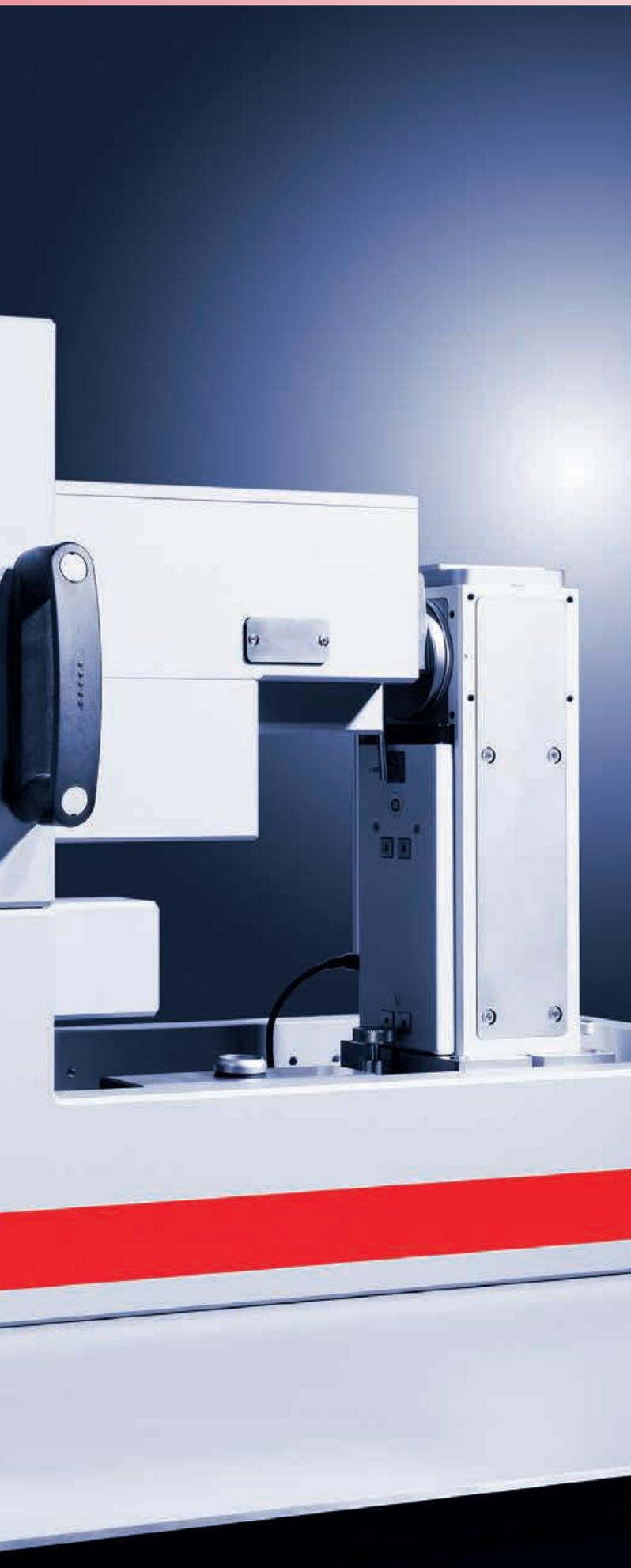
在以前的 SAXS 系统中，X-射线光学部件和准直部件与 X-射线光束的调准，从来都不是简单的程序。只需按一下按钮，SAXSpace 即可执行快速简单的调准。

基于其 TrueFocus 功能，SAXSpace 可自动调准所有 X-射线部件。即使是经验丰富的 SAXS 操作人员也会告诉您，在避免了复杂、耗时的手动调准后，实验室操作变得多么简单。

## 质量的保证

除部件质量之外，SAXS 和 WAXS 的数据质量很大程度上依赖于智能无散射光束准直系统及 X-射线光束本身的质量。SAXSpace 采用背景辐射低的





强单色光束，即使是对比度非常低的样品，也可以提供可靠的数据。

采用经 50 年不断改进而具有卓越性能的 Kratky 模块准直器，确保光束质量。基本系统最初由 SAXS“创始人”Otto Kratky 和 Anton Paar 于 20 世纪 50 年代开发。

## TrueSWAXS

通过进行连续的 SAXS 和 WAXS 测试来分析样品总体的纳米结构 ( $< 200 \text{ nm}$ ) 和原子水平 ( $< 1 \text{ nm}$ ) 的晶体结构，广角最大角度可达  $74^\circ 2\theta$ 。您也可以同时进行这些测试。

这种独特的 TrueSWAXS 功能是精巧且节省空间的部件运动完成的。采用 TrueSWAXS，不需要重新调准系统。可以确保一致的分辨率和可靠的结果。

SAXSpace

# 充分的实验灵活性

基于 SWAXS 的创新性研究需要智能的多功能框架。SAXSpace 的多功能样品室适用于无数分析选项，为您提供充分的实验灵活性。

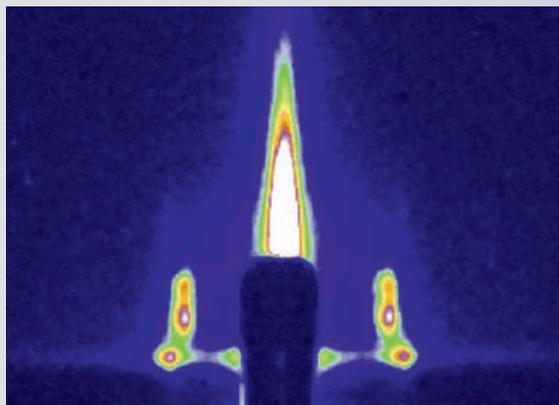
多种多样的样品台和样品槽，并以即插即用方式轻松安装。系统的 Stagemaster 功能能够自动识别新的样品台，并为您配置仪器。

SAXSpace 的大尺寸样品室为您自己的实验装置提供足够的空间，使 Anton Paar 可以针对您的需求提供全面支持。

在任何情况下，您都可以根据需要获得  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  的精确温度控制。

## 应用实例：GI-SAXS 分析

采用配备 GI-SAXS 平台的 SAXSpace，可以获得高质量的 SAXS 掠入射数据。下面是一个实例：右图是正交畸变立方相介孔有机硅薄膜的 GI-SAXS 图。



样品由慕尼黑大学的 Bein 教授小组友情提供。

### 应用实例：GI-SAXS 分析

采用配备 GI-SAXS 平台的 SAXSpace，可以获得高质量的透射入射 SAXS 数据。下面是一个实例：右图是介孔有机硅薄膜在正交畸变立方相中的 GI-SAXS 图。

### 多种多样的样品槽：

- ▶ 微量样品槽 ( $\mu$ -Cell) - 适用于最低样品量 ( $>8 \mu\text{L}$ )
- ▶ 流动样品槽 - 适用于自动采样
- ▶ 粘性样品槽 - 适用于粘稠样品
- ▶ 旋转样品槽 - 适用于平均微晶畴区
- ▶ 试管样品槽 - 适用于在线实验 (一次性流体路径)
- ▶ TCS 毛细管架 - 适用于一次性毛细管

### 多种多样的样品台：

- ▶ TC 控温台 - 适用于  $-150^\circ\text{C}$  -  $300^\circ\text{C}$  的 SWAXS 研究
- ▶ 湿度池 - 适用于相对湿度条件下的 SWAXS 研究
- ▶ 拉伸样品台 - 适用于机械负载条件下的 SWAXS 研究
- ▶ GI-SAXS 样品台 - 适用于纳米结构的分析
- ▶ VarioStage - 适用于多用途 SWAXS 研究

### 适用于液体和固体的自动进样器：

- ▶ ASX 自动进样器 - 适用于高效率筛选最多 192 个液体样品，并具备保护敏感样品例如生物样品的冷却选项。
- ▶ 适用于多个固体样品的自动进样器

# SAXSpace 软件

## 智能 SAXS 的精华

专用软件是现代 SAXS 系统最重要的组成部分。SAXSpace 包括三个不同的程序，分别用于自动系统控制和数据采集以及快速、简单的基于模板的 2D 和 1D SWAXS 数据处理和分析。

### SAXSdrive™

#### 测量和控制软件

强大的 SAXSdrive™ 新软件可自动检测和控制 SAXSpace 的系统部件，包括 X-射线源、样品台和探测器。SAXSpace 可自动调准；可存储几种调准模式并可轻松调用。

SAXSdrive™ 使您能够进行自动 SAXS 和 WAXS 实验，包括温度依赖性和时间-分辨研究以及高效率筛选实验。

### SAXSquant™

#### 2D 和 1D SWAXS 数据处理、加工和分析

SAXSquant™ 简化了 2D 和 1D SWAXS 数据处理，这些数据采用完全可设定的模板进行处理。只需按一下按钮，即可对多个样品的大量数据快速进行处理。

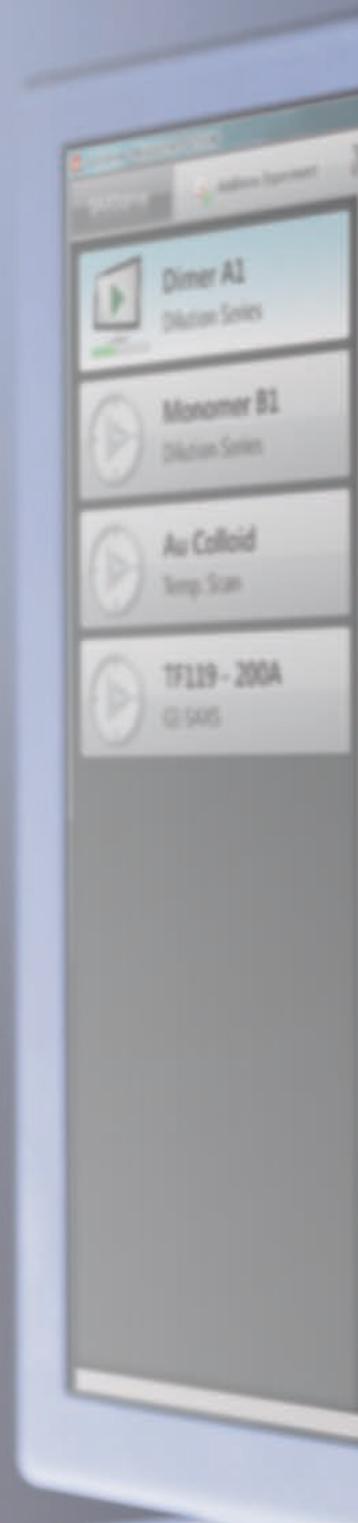
SAXSquant™ 的特点是提供所有必要的评估路径，并计算重要的参数，如回转半径  $R_G$ 、粒径、比容等。生成的数据文件（ASCII 文本格式）可以在任何 SAXS 数据评估软件，如 ATSAS、SASView、SASfit 中打开和处理。

### 高级数据解释软件

#### 粒子结构和相互作用

PCG 软件采用数学方法从实验 SAXS 数据中提取结构信息，使您能够确定样品的粒子形状、尺寸和粒径分布。

这种软件为您提供独特的优势：仅仅根据单次实验，即可以分析相互作用（即浓缩或带电）粒子系统的数据。这样可以大大加快工作速度，因为您不再需要进行不同浓度的系列测定。

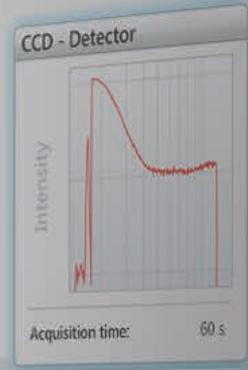


# Dimer A1-100 - measuring

## Definition

**Autosampler**

Device Type	02000
Voltage	40 kV
Current	50 mA
Wavelength	0.154 nm
Slutter No.	1
Status	Off



**Temperature Control**

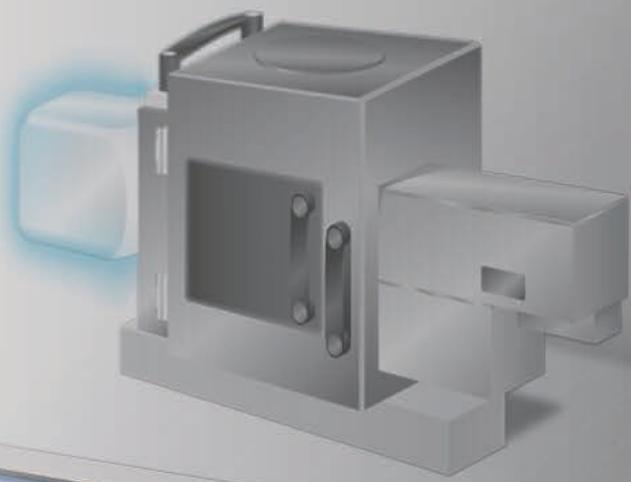
Device Type	TCS150 <sup>PRO</sup>
Temperature	10 °C
Cell Type	Capillary 1mm
Autosampler	ASX-c

**TCS150**

X	80.050 mm
Y	45.610 mm
Z	SAXS

Ready

## SAXSpace Device Setup



Show Log



# 技术参数

系统分辨率	$q_{\min} : 0.03 \text{ nm}^{-1} (0.003 \text{ \AA}^{-1})$
可测的 $q$ 值范围	$0.03 \text{ nm}^{-1} - 49.0 \text{ nm}^{-1} (0.003 \text{ \AA}^{-1} - 4.90 \text{ \AA}^{-1})$ 200 nm - 0.13 nm
测量时间	低于 1 分钟至 30分钟 (典型值)
特殊功能	SmartSAXS : 多光束线选项 TrueFocus : X-射线光束自动调准 TrueSWAXS : 最高 $74^\circ 2\theta$ 的连续和同时 SWAXS 研究 平台控制 : 带有样品台自动识别功能的 YZ 平台
样品环境 : - 温度范围 - 气氛	-150 °C - 300 °C 真空、空气、惰性气体、湿度、 (如有需要, 可以是反应性气体)
X-射线源	密封管 (线和/或点准直), 微聚焦光源
X-射线光学器件	多层光学器件 基于 Kratky 的高级线点准直器
样品台/自动进样器	TC 控温台 湿度池 拉伸样品台 GI-SAXS 样品台 ASX 自动进样器 按照需要定制样品台
样品槽	适用于液体的石英毛细管 固体样品槽 微量样品槽 流动样品槽 粘性样品槽 旋转样品槽 试管样品槽 TCS 毛细管架
探测器	影像板探测器 (2D 数据采集) CCD 探测器 (2D 数据采集) 二极管阵列探测器 (1D 和 2D 数据采集)
软件	SAXSdrive™ 控制和数据采集软件 SAXSquant™ 数据处理软件 高级数据分析软件 (PCG)
尺寸 (投影面积)	1.8 m x 0.9 m (长 x 深)



## SAXS 分析的发源地

1957 年

首台商业 SAXS 分析仪由奥地利格拉茨的 Otto Kratky 教授和 Anton Paar 制造。

1981 年

开发了Kratky compact camera, 超过 800 台仪器由安东帕生产, 销往世界各地。

2003 年

推出 SAXSess, 其特点是 X-射线光束单色化和 2D检测。

2012 年

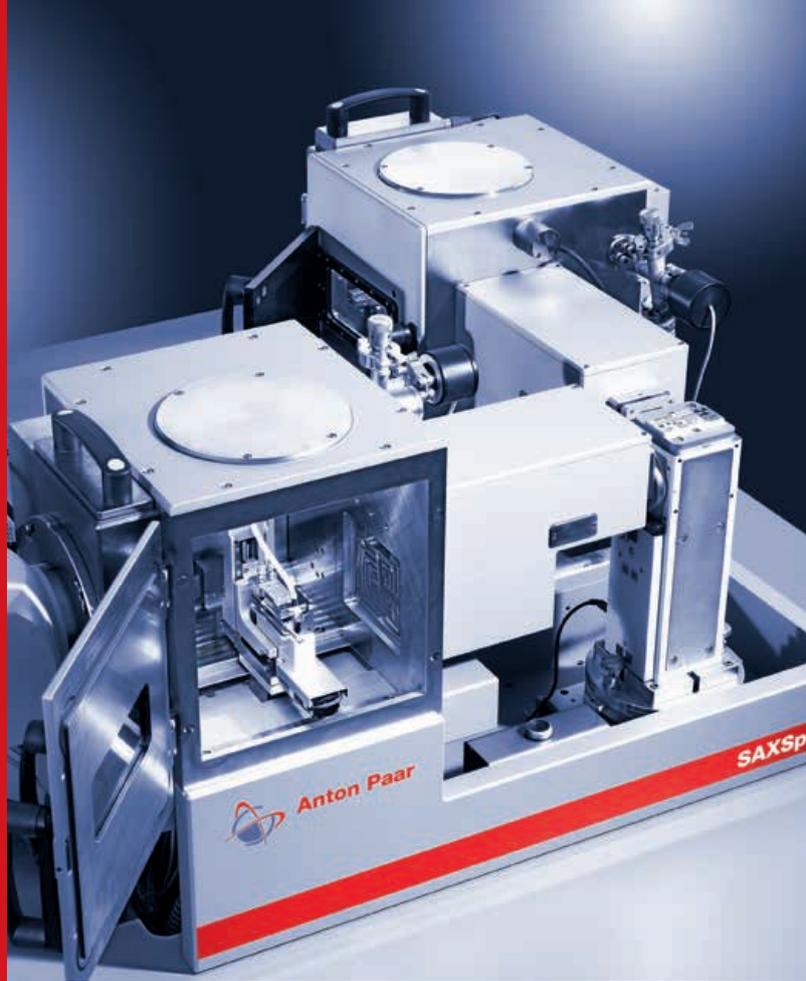
推出 SAXSpace, 并具备SmartSAXS, TrueFocus和 TrueSWAXS特点。



### 高运行时间 - 渊博的知识

依赖 Anton Paar 世界各地经验丰富的服务工程师网络, 提供快速支持, 确保 SAXSpace 实验顺利, 最大程度地延长仪器的运行时间。

在安装期间和安装后开展的全面的用户培训中, 由专门应用专家深入教导 SWAXS 应用知识, 我们的目的是帮助您充分利用 SAXSpace 系统。



摄影：Croce和Wir



# Anton Paar

**Anton Paar**<sup>®</sup> GmbH  
Anton-Paar-Str.20  
A-8054 Graz  
奥地利 - 欧洲  
电话：+43 (0)316 257-0  
传真：+43 (0)316 257-257  
电子邮件：info@anton-paar.com  
网址：www.anton-paar.com

仪器应用领域：  
密度和浓度  
测量

电流测定

粘度测量

样品制备

微波合成

胶体科学

X-射线结构分析

折射法

旋光度测量

石油测试

高精度的温度  
测量

技术参数  
如有修改  
恕不另行通知。

01/13 D21IP001EN-B