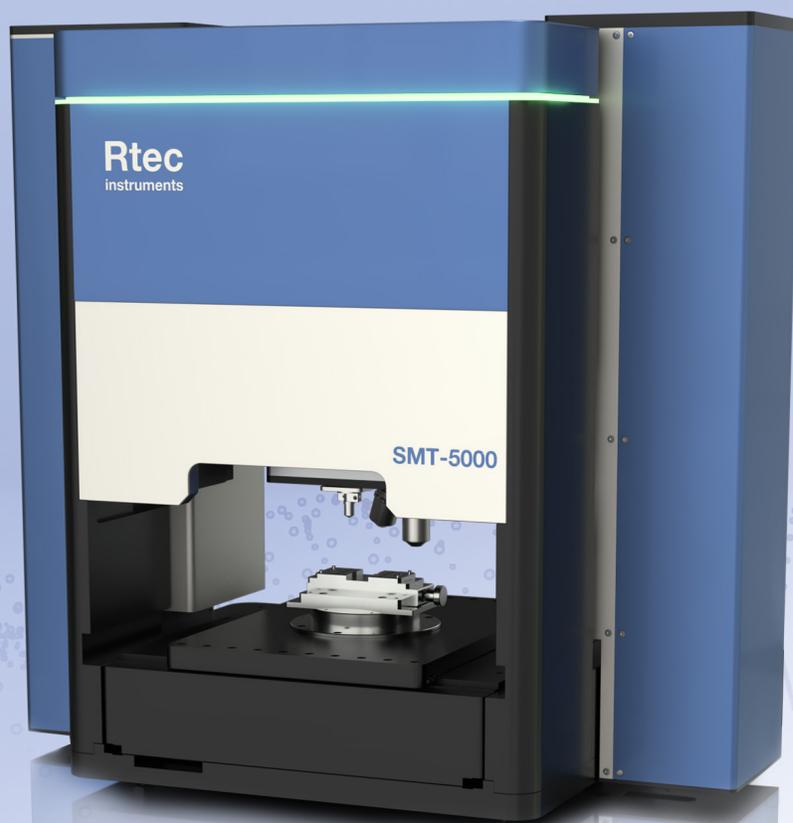




# 材料表面性能综合测试平台

## SMT-5000



硬度、弹性模量、抗划性能、涂层附着力、  
摩擦系数、薄膜厚度、粗糙度、表面形貌



# Rtec-Instruments

## 材料表面测试新发展

---

随着材料表面在不同应用和产品中变得越来越复杂，对其机械性能的研究需要新一代测试仪器。

SMT-5000仪器可同时满足研究人员和QC工程师的不同需求，应用范围非常广泛，能够满足多个行业和应用中对涂层、基体材料、实际工件的测试需求。

### 行业先驱

从液体到超硬材料，各个行业对表面的测试要求越来越复杂，SMT测试平台的推出充分满足了这些日益增长的需求。通过将多种先进测试技术有机结合，Rtec-Instruments的SMT系统可在同一平台上对材料表面进行多种测量。例如，在一次测试中即可获得涂层附着力、硬度、弹性模量、厚度、表面粗糙度和三维图像等多种数据，便于综合分析。

此外，模块化的设计极大丰富了测试技术的多样性并提供了更加广泛的测试工况条件。



### 精密制造

测试设备上所有关键零部件均由高精度数控机床加工制成，从而保证所有关键机械部件具有最高的精确度和可靠性。对制造过程的严格把控保证了设计和生产流程充分符合公司内部的质量标准。



### 不断创新

Rtec-Instruments拥有一批经验丰富的科学家和应用工程师，持续开发新产品和应用，以应对不断发展的测试需求。同时依托遍布全球的办事处，长期与工业界客户及大学开展合作。

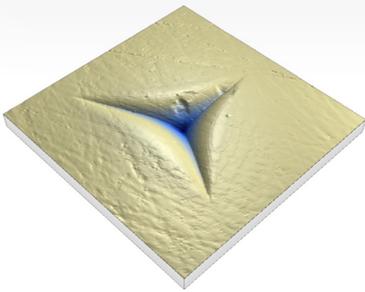


### 可靠耐用

所有设备的设计和制造均在公司内部独立完成，保证设备具有极高的测量精度及可靠耐用性。Rtec-Instruments不仅可以满足工业界的订制需求，同时可提供整体解决方案，满足各种行业的国际测试标准。

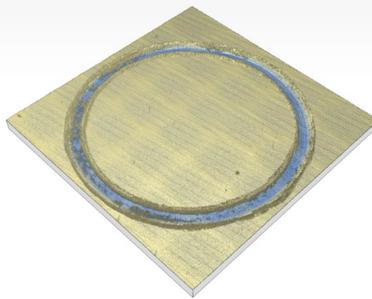
# 表面检测的完整解决方案

一体化平台，操作简便



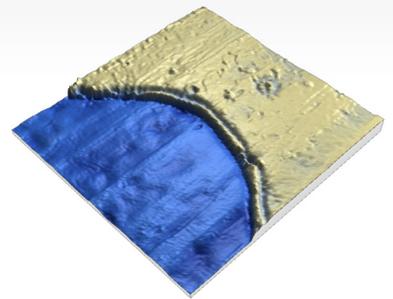
仪器化压痕测试

- 硬度
- 弹性模量
- 储存/损耗模量
- 蠕变
- 应力应变曲线
- 断裂韧性



摩擦测试

- 摩擦系数
- 磨损率
- 使用寿命研究
- 摩擦磨损特性



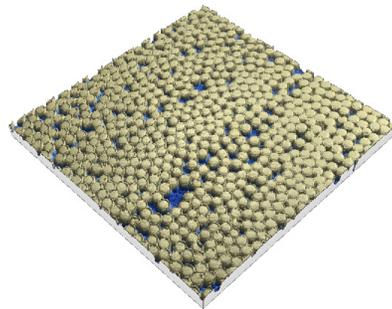
反射光谱测试

- 快速无损测量涂层厚度
- 光学常数



划痕测试

- 涂层粘附力
- 抗划性
- 耐擦伤性
- 划痕硬度



三维形貌检测

- 表面形貌
- 失效分析
- 表面形态
- 缺陷分析



## Rtec-Instruments 主要技术特点

### 高精度传感器

Rtec-Instruments的专利电容技术可为单轴或多轴的力值测量提供无与伦比的精度、稳定性和分辨率。(专利号US 10,775,247 B1)

### 广泛的负载范围

除了能够提供多种先进的测试技术外，SMT测试平台还可提供不同加载范围的测量模块，可覆盖从nN到最大200N拓展的范围。

### 压痕划痕的复合功能模块 (IST)

IST模块可提供压痕和划痕复合测试功能。法向力和侧向力的测量均在模块内部同时完成，从而保证力值测量的准确性。

### 在线三维形貌

三维形貌模块集成SPM、共聚焦、白光干涉、亮场和暗场、变焦等多种成像模式。以上成像技术均可和测试模块集成，提供无与伦比的在线成像能力。(专利号US 10,024,776 B2)

### 真正的模块化

SMT-5000平台包含多个可更换的测量模块，包括仪器化压痕、划痕、三维形貌和涂层厚度。模块更换快速便捷，用户可在不到2分钟内完成。

### 无损测量涂层厚度

基于光谱反射原理，膜厚测量(FT-100)模块可快速、非接触式检测薄膜厚度。

# SMT-5000

集成划痕、压痕及在线3D形貌

压痕/划痕头

全自动XY平台



三维形貌

薄膜厚度探头

全自动Z轴



# 仪器化压痕硬度和弹性模量

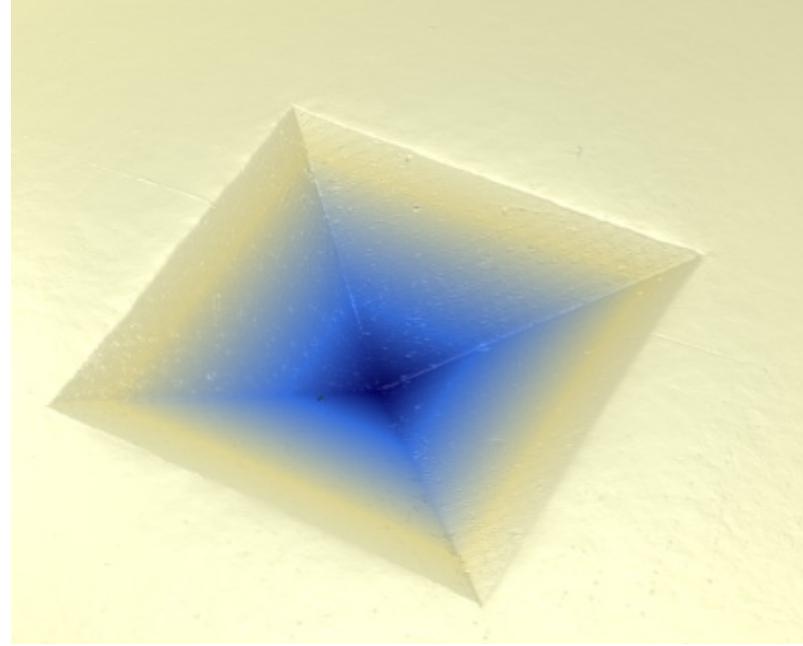
## 硬度和弹性模量

Rtec-Instruments的压痕仪拥有超高的精度，可用于测量薄膜、涂层或基体材料的机械性能。

Rtec-Instruments的压痕仪可以测量几乎所有类型材料（从软到硬，从易碎到脆性）的硬度、弹性模量、蠕变、疲劳等特性。

采用压电陶瓷驱动和最新传感技术(电容传感器)，SMT可从纳米到微米范围内定量测量表面性能。

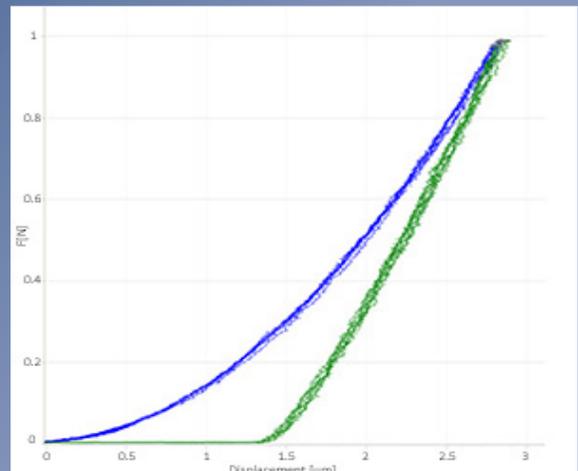
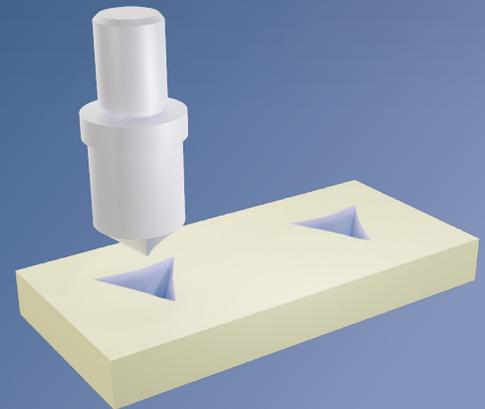
仪器化压痕测试(IIT)是将已知几何形状的压痕头压入材料表面，同时控制和测量力和位移。通过测量得到的载荷-位移曲线可计算硬度和弹性模量等材料性能。



材料硬度可通过传统的测量方法获得（如努氏硬度、洛氏、维氏硬度）。IIT技术额外增加了测量材料弹性模量的能力。

## 压痕测试仪的主要特点

- 可更换模块
- 具有专利的电容传感器技术与卓越的性能
- 玻氏压头、维氏压头、球形压头、立方体晶棱压头、努氏压头等
- 处理大型和重型负载样品（50 厘米；10公斤）
- 全自动定位平台（尺寸：150 mm x 150 mm）
- 自动检测三维形貌



# 划痕测试

## 涂层粘附力和抗划性

划痕测试是使用金刚石划痕头在试样表面划出一条精确控制的破坏痕迹。当划痕头在样品表面移动时，通常法向载荷的加载方式是恒力加载或线性加载。在表面有涂层的情况下，法向力的线性增加会导致接触条件逐渐变得更加恶劣，在此过程中，可以观察到涂层本身、界面、以及涂层从基体上剥离等不同失效情况。

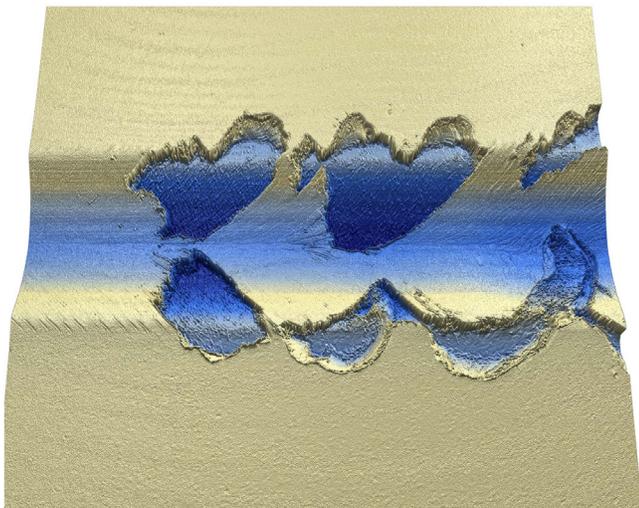
结合数据和三维形貌图像可以清晰地看到载荷对涂层变形和失效的影响。



可以通过SMT仪器的划痕测试进行下列两种性能的评估：

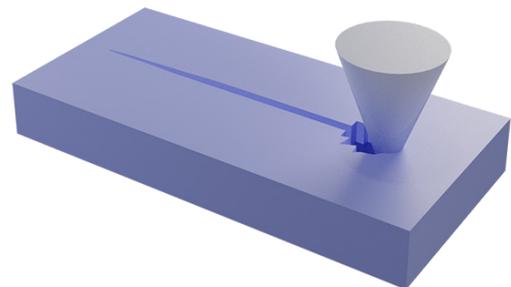
- 抗划性：在恒定载荷下，涂层产生的塑性变形是多大？
- 粘附性：破坏基体和涂层界面需要多大的载荷？

测试后，划痕整体的三维图像可以为用户提供有关磨损轨迹、划痕宽度和深度、裂纹扩展、失效模式、粗糙度、体积损失等方面的全部信息。



## 划痕模块主要特点

- 划痕模块可更换，满足测试范围从纳米到宏观
- 高精度划痕测试和3D形貌（SPM、白光干涉、共聚焦等）的集成（US 10,024,776 B2）
- 切向力（摩擦力）传感器位于划痕模块头部而非样品下方，保证测量结果的准确性。
- 可配温度腔、湿度腔或腐蚀腔
- 可测量平面或曲面样品



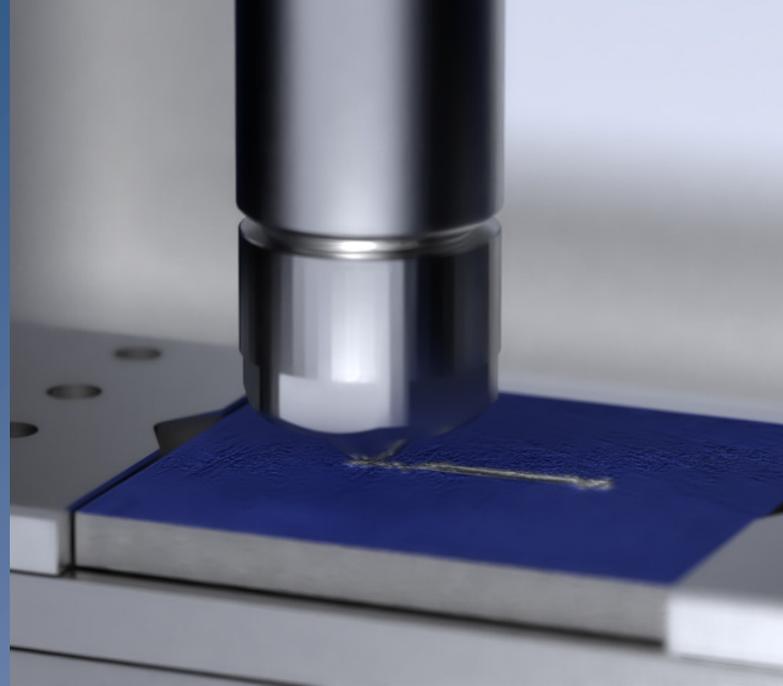
# 摩擦

## 磨损和摩擦系数

通过使用SMT可以轻松测量磨损和摩擦系数，进行表面寿命和耐久性的研究。

SMT将高分辨率三维形貌与摩擦测试（恒定法向力下的滑动运动）相结合，可以轻松测量材料表面磨损随时间和载荷变化的规律。

实时加载力和速度控制使得我们能够在广泛的测试范围中获取材料的磨损性能，如磨损率、静摩擦、动摩擦。

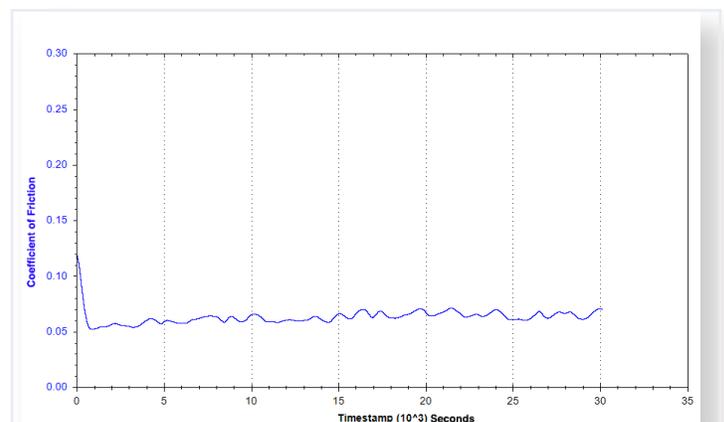
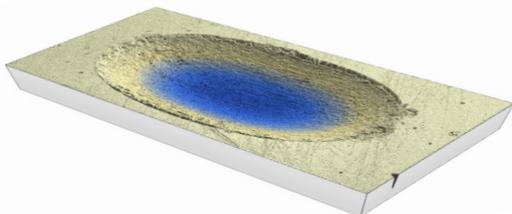
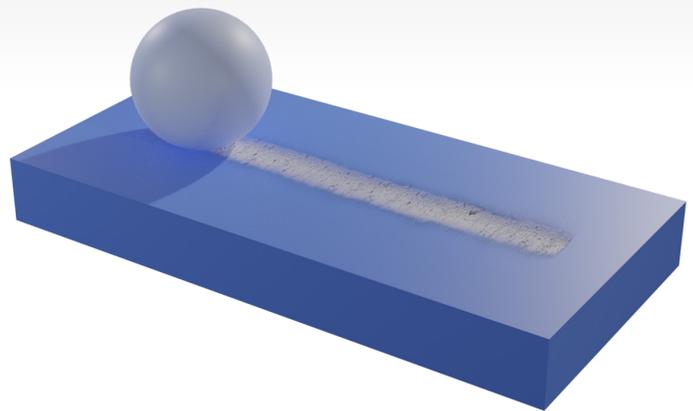


SMT传感器可同时测法向力和切向力，在不同实验条件下，通过改变加载力、速度和接触条件来监测摩擦系数的变化。

与在线三维形貌专利技术的结合使得SMT平台可以自动全面地表征材料表面随时间的变化。

## 摩擦模块的特点

- 可快速更换模块，从纳米级加载到微米级
- 可选配摩擦腐蚀功能模块
- 运动方式：线性往复和旋转
- 测试环境：高温、低温、液体或湿度
- 可通过设置摩擦力、磨损深度、接触电阻等参数，在软件中设定测试自动终止条件
- 在线三维形貌专利技术，可自动拼接图像 (US 10,024,776 B2)



# 薄膜厚度

## 超快膜厚检测

膜厚测量模块通过光谱反射原理来测量涂层厚度。

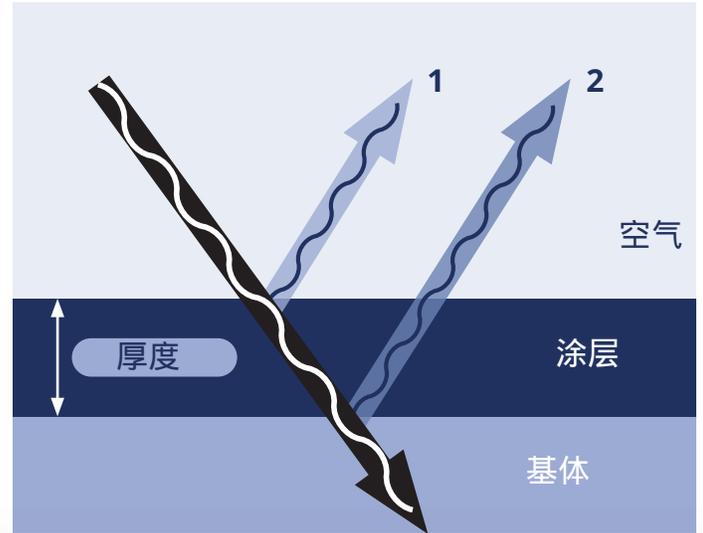
光谱反射测量主要依赖于涂层表面与光的相互作用来计算厚度。

将入射光与来自样品表面下方不同界面的反射光进行比较，可以测量光学常数、膜厚和表面粗糙度。

反射光谱数据直观且易于理解，特别是在薄膜相对较厚的情况下。

厚度信息主要包含在反射光谱的振荡频率中，而光学常数（更准确地说 - 光学对比度，即界面处光学常数之间的差异）信息包含在振荡幅度中。

Rtec-Instruments提供的整体方案中包括一款简单易用的操作软件，用于记录所有测量结果并生成统计数据。

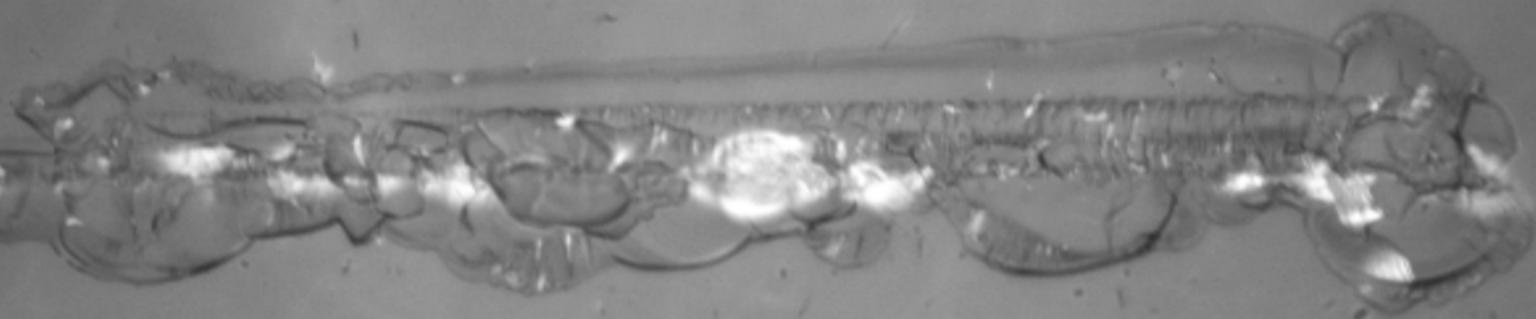


## 膜厚测量模块主要特点

- 超全面材料数据库 (500+)
- 实时、一键式测量和分析膜厚、n&k值、表面粗糙度
- 简单易用，无需专业知识
- 强大的数据分析软件：比例校正、多样本测量、动态测量。
- 保留历史测量分析记录：随时查找测量结果和统计数据



# 全面的划痕，压痕和磨损分析



亮场成像

高速和高分辨率



暗场成像

观察裂纹和缺陷

# 三维形貌

Rtec-Instruments拥有在线3D轮廓测量专利(US 10,024,776 B2)。可在测试过程中的任一时间点自动进行样品表面3D轮廓成像。

用户可选用不同的成像技术：

## ● 扫描探针显微镜

微米区域的表面三维形貌测量，XYZ三个方向原子级分辨率

## ● 旋转盘共聚焦

针对观察大结构斜率轮廓、透明以及半透明表面进行了优化。快速获取表面三维形貌，XY方向具有光学技术中的最高分辨率。

## ● 白光干涉

针对观测光滑表面及平面进行了优化。快速获取表面三维形貌，在Z方向具有光学技术中的最高分辨率。

## ● 暗场&亮场

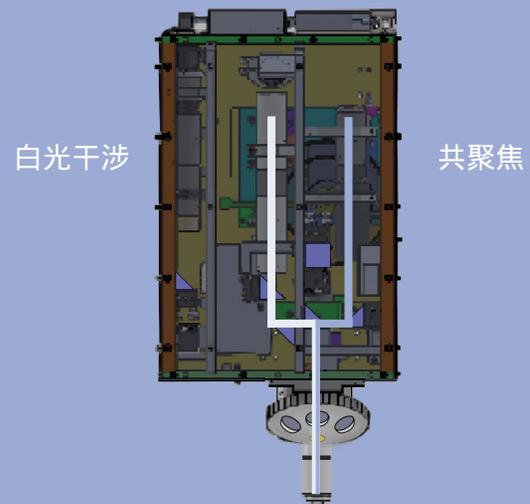
提供两种不同的照明方式来观察表面。暗场通常用于在较暗的背景下识别细小的裂纹。

## ● 变焦成像

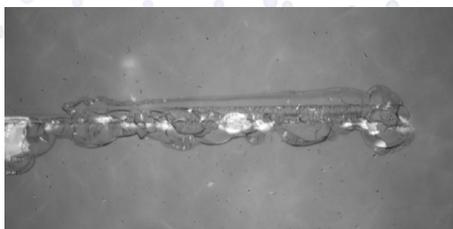
变焦成像技术可对同一物体在不同焦平面上进行一系列成像并进行分析，最终获得一个聚焦的完整图像。

## 成像模式

亚纳米级自动表面三维成像双通道双相机



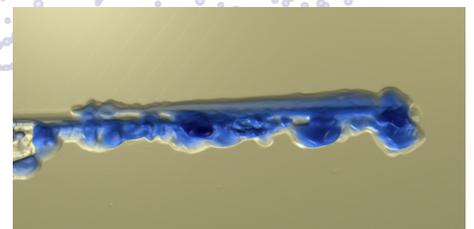
- 表面粗糙度
- 薄膜厚度
- 磨痕轨迹
- 磨损体积
- 台阶高度



亮场



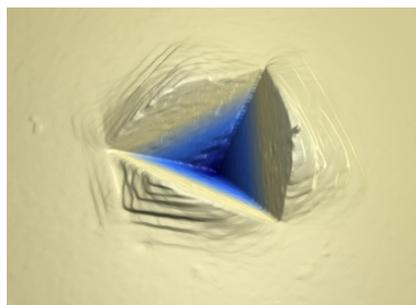
暗场



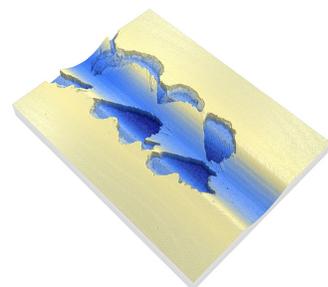
三维形貌

# 具有多种成像模式的3D显微镜

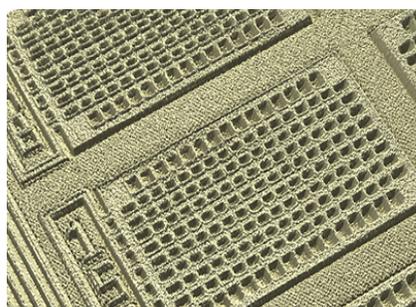
市场上最强大的分析包



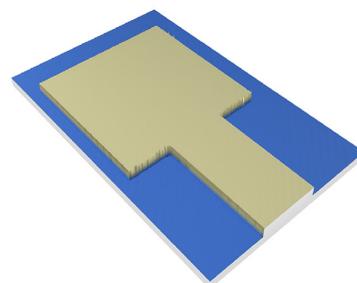
Berkovich 压痕



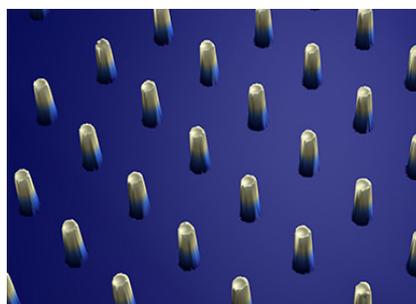
涂层结合强度失效剥落



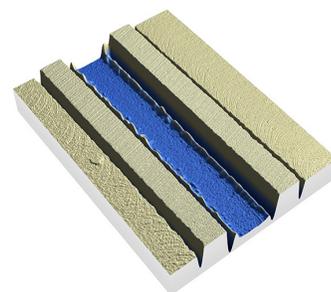
晶圆形貌



Z轴标定样品



晶圆表面凸起结构



微流控芯片



纸上油墨痕迹



摩擦磨损

# 可控环境

## ● 液体腔



可以在液体环境中进行压痕和划痕测试。  
水浴环境保证测试过程中接触区始终保持在充分湿润的状态。  
可选择添加液体循环和加热功能。

## ● 湿度腔



湿度对材料表面和涂层的性能有很大的影响。  
特殊设计的湿度腔体可用于研究湿度对材料和涂层的机械性能的影响。

## ● 腐蚀摩擦



使用腐蚀池可以研究腐蚀环境下的材料表面性能。  
三电极测量系统结实耐用，通常由peek材料制成的腐蚀腔和电化学工作站组成，可以量化评估腐蚀环境对表面磨损的协同效应。

在测试过程中，该装置可同时实时测量电流、电压、法向载荷、摩擦力、温度和声发射信号。

## ● 高温&低温



高/低温模块能够在测试过程中精确控制环境温度，可用于研究温度对材料表面性能的影响。

软件实现全自动温控并与其它测试数据同步。

# 测试模块

	描述	测量头
<b>IST</b> 压痕划痕	<p>可提供压痕和划痕测试功能。</p> <p>适用于不同的负载范围，加载范围从nN到1N或50N。可测量法向力、切向力及Z向位移。</p> <p>法向力和切向力均通过压痕头测量。</p>	 The image shows the IST probe head, which is a compact, rectangular device with a black top and a silver body. The Rtec Instruments logo is visible on the silver part. It has a small, pointed tip at the bottom.
<b>IIT</b> 仪器化压痕	<p>可提供压痕测试功能。</p> <p>适用于不同的负载范围，加载范围从nN到1N或50N，可测量法向力及Z向位移。</p> <p>该模块可进行仪器化压痕和传统硬度测试。</p>	 The image shows the IIT probe head, which is a rectangular device with a black top and a yellow body. The Rtec Instruments logo is visible on the yellow part. It has a small, pointed tip at the bottom.
<b>UST</b> 通用划痕	<p>可提供划痕测试功能。</p> <p>适用于不同的负载范围从mN到200N，可测量划痕实验中的法向力和切向力。</p> <p>法向力和切向力均通过划痕头测量，保证高测量灵敏度和准确度。</p>	 The image shows the UST probe head, which is a larger, more complex device with a black top and a silver base. The Rtec Instruments logo is visible on the black part. It has a small, pointed tip at the bottom.

# 软件

SMT仪器标配控制软件和数据分析软件。

用户可在测试过程中同时分析之前获取的测试数据。

## 操作软件

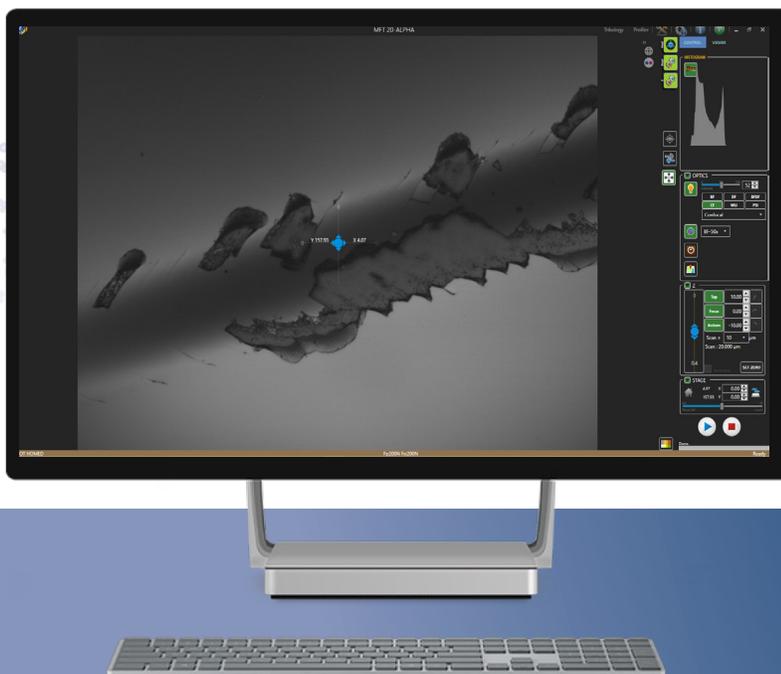
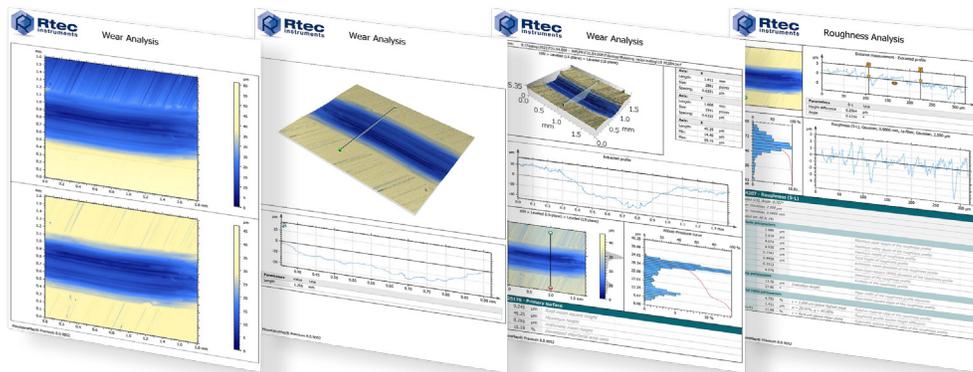
主要用于仪器控制以及实验参数设置。

简单的测试如点击开始来加载测试程序，或者复杂的测试如在记录不同数据的同时并对模块运动编程。

## Insight软件

可对压痕、划痕和其它测试进行全面数据分析。

该软件还可将3D形貌图像和测试数据集成并进行综合分析。



# 标准测试

SMT-5000系统配备多个测试标准样品，用于系统标定并保证数据可追溯。  
设备还附带标准测试程序，以确保测试规范统一。

仪器式压痕	熔融石英、BK7、钨和硬块
划痕	DLC 涂层 - BCR 692
三维形貌	标准台阶高度和标准粗糙度(100 nm 和 1 $\mu$ m)
磨擦	E52100 标准测试样品
薄膜厚度	10 nm 镀膜样品

SMT仪器符合国际测试标准，部分标准见下表：

压痕	ASTM E2546, ASTM B933, ASTM D785, ASTM E140	ISO 14577, ISO 6508, ISO 6507, ISO 4516	DIN 50359, DIN 55676 JIS B7734
划痕	ASTM C1624, ASTM G171, ASTM D7027, ASTM D7187	ISO 20502, ISO 19252, ISO 1518	DIN EN 1071-3
摩擦	ASTM G99, ASTM G132, ASTM G133, ASTM F732	ISO 20808, ISO 7148, ISO 18535	DIN EN , EN 1071-13, DIN 50324, DIN 51834
三维形貌	ASTM D4172	ISO 25178	

# 应用&行业



## 硬质涂层

- TiN, WC, DLC, WC
- 切割工具、钻头
- PVD、CVD 涂层
- 成型工具
- 热喷涂、等离子喷涂



## 生物材料

- 植入物、支架
- 骨组织
- 片剂、丸剂
- 药物输送
- 人工关节



## 材料

- 陶瓷
- 聚合物
- 金属
- 橡胶
- 复合材料



## 光学

- 眼镜、镜头
- AR 涂层
- 镜子
- 触摸屏
- 显示面板、LED



## 装饰涂层

- 珠宝
- 手表
- 蒸发金属
- 箱包
- 防腐蚀涂层



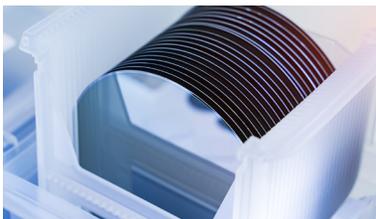
## 航空航天

- 复合材料
- 聚合物涂层
- 油漆
- 热喷涂涂层
- 耐热涂料



## 汽车

- 油漆、清漆
- 聚合物
- 发动机、活塞
- 热喷涂
- 窗户



## 半导体

- 薄膜
- Low-K 薄膜
- 钝化层
- MEMS, NEMS
- 硬盘



## 其他

- 消费品
- IOT 设备
- 连接器
- 二维材料
- 柔性电子产品

# 技术规格

## 划痕

UST	1	50	200
最大加载力 [N]	1	50	200
加载力分辨率 [ $\mu\text{N}$ ]	0.01	6	100
摩擦力 [N]	1	50	200
摩擦分辨率 [ $\mu\text{N}$ ]	0.01	6	100
最大位移 [ $\mu\text{m}$ ]	1000	1000	1000
位移分辨率 [nm]	0.01	0.03	1.5

\* 位移量程可选: 100  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$

## 仪器化压痕

IIT	1	50
最大加载力 [N]	1	50
加载力分辨率 [ $\mu\text{N}$ ]	0.01	6
最大位移 [ $\mu\text{m}$ ]	1000	1000
位移分辨率 [nm]	0.01	0.03

\* 位移量程可选: 100  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$

## 仪器化压痕划痕

IST	1	50
最大加载力 [N]	1	50
加载力分辨率 [ $\mu\text{N}$ ]	0.01	6
摩擦力 [N]	1	50
摩擦分辨率 [ $\mu\text{N}$ ]	0.01	6
最大位移 [ $\mu\text{m}$ ]	1000	1000
位移分辨率 [nm]	0.01	0.03

\* 位移量程可选: 100  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$

## SMT 平台

	SMT-5000
XY 平台移动范围 轴 [mm]	150 x 150
XY 平台速度 [mm/s]	最大 50
Z 轴移动范围[mm]	100

\* 可选XY平台移动范围

## 涂层厚度

	FT-100
光源	卤素灯
波长 [nm]	400 - 1100
厚度范围 [ $\mu\text{m}$ ]	0.01 - 75
精度 [nm]	<0.01
准确度 [nm]	1



# 材料表面性能综合测试平台

硬度、弹性模量、粘附力、粗糙度等

---

在工业自动化中，涂层和表面的检测变得越来越重要。SMT-5000对于产品的在线质量检测，可进行快速测量。

SMT-5000具有广泛的负载范围，可以用于检测多个应用领域的样品或产品(硬涂层、复合材料、生物材料、聚合物等)。



# Rtec instruments



## **Rtec-Instruments Inc**

*Global headquarters*

1810 Oakland Road, Ste B

San Jose, CA, 95131, USA

☎ +1 408 708 9226

info@rtec-instruments.com

## **Rtec-Instruments SA**

*Europe, Africa and Middle-East*

Rue Galilée 6,

1400 Yverdon-les-Bains, Switzerland

☎ +41 24 552 02 60

info.eu@rtec-instruments.com

## **Rtec-Instruments, CN**

亚太区

南京市建邺区奥体大街69号新城科技园3

号楼2层

☎ +025 52356048, +86 18013892749

info@rtec-instruments.cn

## **Rtec-Instruments, JP**

Tokatsu Techno Plaza, Rm 409

5-4-6 Kashiwanoha, Kashiwa-shi, Chiba,

Japan, 227-0882

☎ +050 5896 9916

tkunii@rtec-instruments.com



SMT-5000-2022-A-01A-EN