

# T50/T500 型万能摩擦磨损试验机



## 第一、产品简介：

美国 NANOVEA 公司的 T50/T500 型万能摩擦磨损试验机是一款具备多功能的摩擦磨损设备，可在一台设备上实现线性往复，螺旋线与销盘三种工作模式，具有原位磨损率测量模块，高温模块，低温模块，湿度模块，膜厚测量模块、气氛模块，润滑模块，真空模块，电化学腐蚀摩擦模块，光学显微镜，声发射模块等多种模块可供选择，是科研客户及工业客户的理想选择。该仪器除了能得到摩擦系数外，还可自动得到磨损率，磨损深度，磨损面积体积，粗糙度及二维表面形貌，同时能计算静摩擦系数与 Stribeck 曲线。

- 1、可在同一仪器上实现多种测量功能，真正意义上的万能摩擦磨损测试；
- 2、符合 ASTM G99 与 ASTM G133 标准；
- 3、用于高精度进行实时监测摩擦系数曲线；
- 4、有旋转式，螺旋线与线性往复测量工作模式；
- 5、采用位置译码器与速度译码器可精确控制马达控制速度与位置；
- 6、可测量静摩擦系数及 Stribeck 曲线；
- 7、载荷加载范围：1N-60N(T50),1N-500N(T500)；
- 8、转度：0.01-2000rpm，5000rpm 可选；
- 9、密封式装置，可以控制环境，如：气体、湿度、润滑等；
- 10、高温模式选件，最高可测 1000°C 环境下的摩擦磨损；
- 11、实时接触电阻测量选件可提供接触电阻测试

12、表面形貌测试模块选件用于测量磨损率,磨损前后二维表面形貌、磨损面积、磨损率、磨损深度、平整度、线粗糙度参数 (Ra,Rp,Rv,Rz,Rc,Rt,Rq,Rsk,Rku, ) 等表面参数

13、原位电化学工作站选件, 搭配普林斯顿的电化学工作站进行摩擦腐蚀方向的研究。

14、真空模块选件, 可实现真空环境下的摩擦磨损测试。

15、低温模块选件, 可实现低温-40℃下的摩擦磨损测试

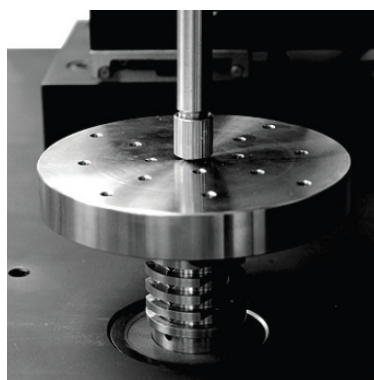
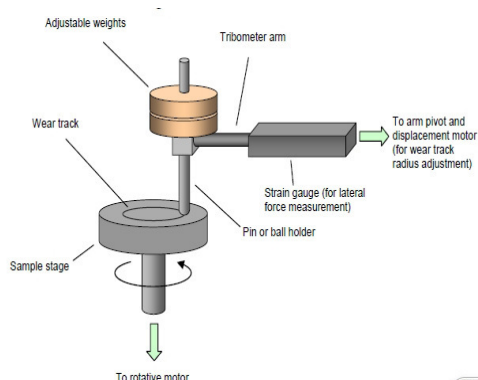
### 第二、产品应用:

	<p><b>半导体技术:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·钝化层</li> <li>·金属涂敷</li> <li>·焊垫</li> </ul> <p><b>医疗:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·药片</li> <li>·植入物</li> <li>·生物组织</li> </ul> <p><b>光学元件:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·棱镜</li> <li>·眼镜</li> <li>·光纤</li> <li>·光学元件涂层</li> </ul> <p><b>大容量光存储:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·磁盘涂层</li> <li>·CD 涂层</li> <li>·薄膜</li> </ul>	<p><b>耐磨材料涂层:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·TiN, TiC, DLC</li> </ul> <p><b>切削工具工程:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·橡胶</li> <li>·触摸屏</li> <li>·涂层</li> </ul> <p><b>微电子器件系统</b></p> <p><b>装潢金属涂层</b></p> <p><b>汽车:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·喷漆涂层</li> <li>·玻璃印刷层</li> <li>·汽车精加工部件</li> </ul>	
			

### 第三、测量原理介绍:

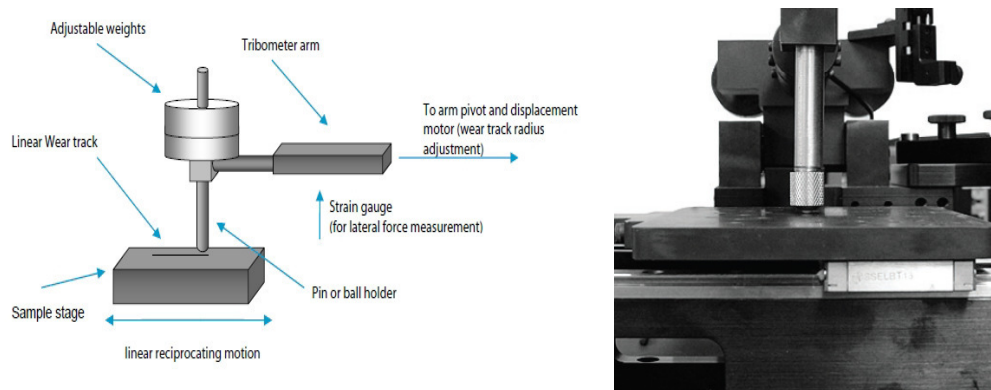
主要有销盘与线性往复两种摩擦磨损机制:

销盘式原理 (ASTM G99)



球形静止键或平面静止键在精确控制的载荷作用下垂直接触试样表面。试样转动与静止键摩擦产生的切向力可以通过刚性杠杆的微小位移精确测量，从而可实时测量摩擦系数，磨损率可通过测试过程中磨损失掉的材料体积或有 NANOVEA 公司的专业表面形貌模块进行测量。

#### 线性往复原理 (ASTM G99)



线性往复式摩擦磨损更接近真实世界的摩擦磨损机制，球形静止键或平面静止键在精确控制的载荷作用下垂直接触试样表面。试样滑动与静止键摩擦产生的切向力可以通过刚性杠杆的微小位移精确测量，从而可实时测量摩擦系数，磨损率可通过测试过程中磨损失掉的材料体积或有 NANOVEA 公司的专业三维表面形貌仪模块进行测量。频率可高达 120HZ。

#### 第四、可选件：

##### 1, 1000°C 高温模块



材料在高温条件性的摩擦磨损在有些场合尤为重要，比如：发动机，发电厂等场合。美国 NANOVEA 公司推出高达 1000°C 的高温模块可适合用于研究高温陶瓷，润滑剂，润滑油，添加剂及自润滑材料的摩擦磨损研究，一般可直接加载**销盘工作模式**上，更换非常简单。

## 2, 300°C 高温模块

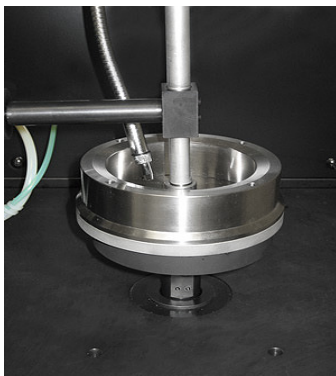
适合高分子材料在其熔点温度下的摩擦磨损特性测试。一般可直接加载**线性往复工作模式**上，更换非常简单。

## 3, 150°C 液体高温模块

通过加热线圈加热液体使得液体温度控制在 150°C 以内。可用于人工关节的摩擦磨损研究，主要由于人的体液温度一般位于 37°C 左右，同时也可用于润滑油摩擦磨损研究。

4, 湿度控制模块：可控制实验环境的湿度条件。

5, 润滑控制模块：主要有三种工作模式



1) 喷雾润滑模式

2) 一滴一滴流动润滑模式

3) 淹没浸泡润滑模式

6, 接触电阻选件：适合测量在导体上镀绝缘层材料的场合

7, 实时磨损深度选件：可连续记录与样品接触的测试键的垂直高度，采用 LVDT 深度测试传感器。

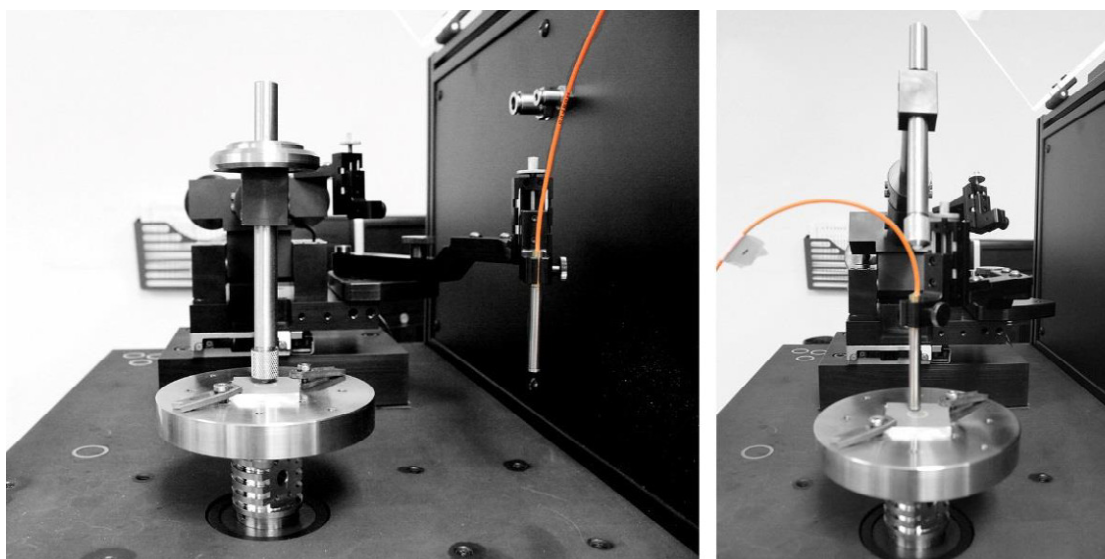
8, 光学显微镜模块：

NANOVEA 公司提供了一款便携式光学显微镜用于拍摄摩擦轨道信息，放大倍数可达 200X。

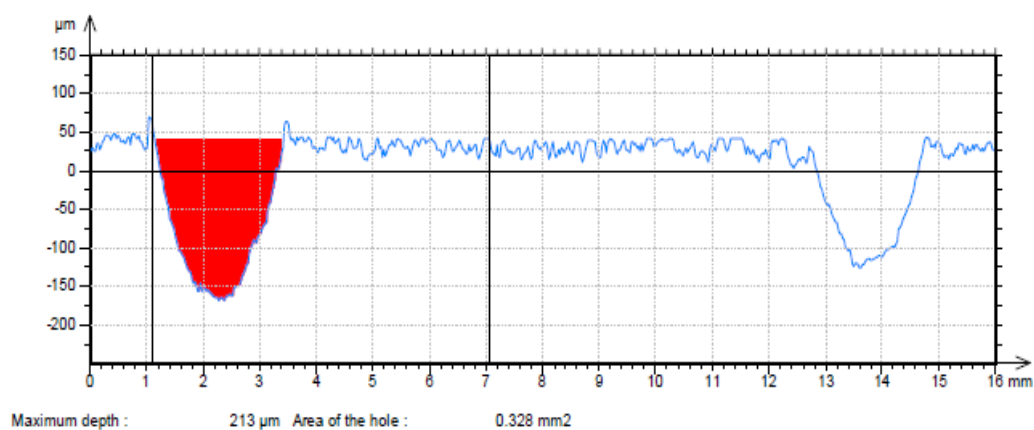




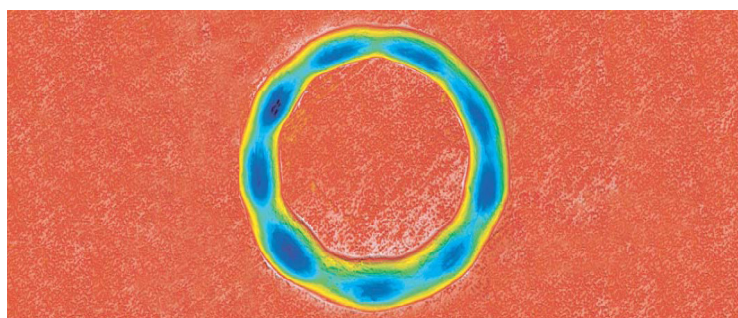
## 9, 二维原位形貌测试模块:



NANOVEA 公司提供了一个专业二维形貌测试模块, 可测量摩擦磨损前后的二维形貌仪, 计算磨损深度, 面积与磨损率, 不需要称重。



## 10, 三维非接触式表面形貌仪测量模块:



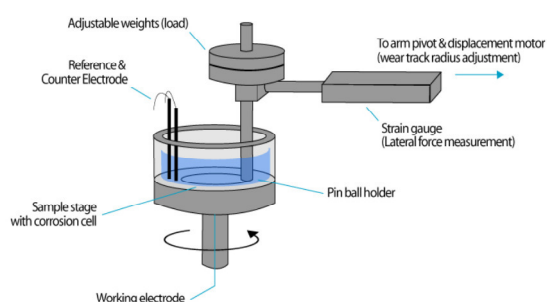
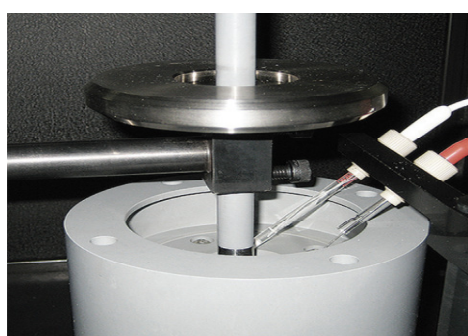
在完成摩擦磨损测试后, 可在不移动样品的情况下进行三维表面形貌测试, 可得到摩擦磨损前后的二维表面形貌、三维表面形貌、磨损面积、磨损体积、磨损深

度、平整度、线粗糙度参数、面粗糙度 (Ra,Rp,Rv,Rz,Rc,Rt,Rq,Rsk,Rku, Sa,Sp,Sq,Sv,Sz,Ssk,Sku) 等表面参数, 并可计算磨损率。

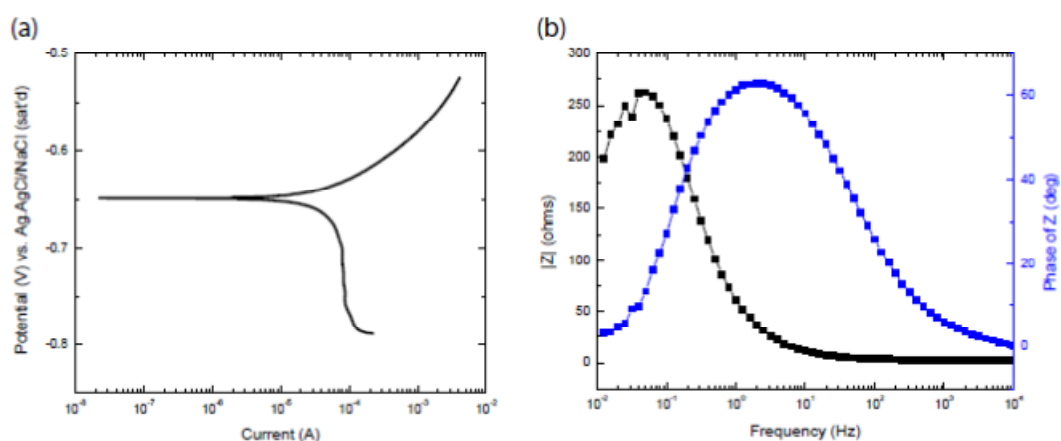
该模块测试表面形貌的优势如下:

- ⊙ 测量具有非破坏性: 采用白光轴向色差技术。
- ⊙ Z 方向最大测量范围为 1.5mm。
- ⊙ XY 方向最大测量范围: 50mm×50mm, 无需进行图像拼接。
- ⊙ 可测样品的最大坡度: 87°, 是测量高坡度与高曲折度样品的最佳选择。
- ⊙ 测量范围广: 可测平面、曲面、球面、透明、半透明、高曲折度、抛光、粗糙样品、金属材料、高漫反射, 低反射率、粗糙材料(金属、玻璃、木头、合成材料、衣服、光学材料、塑料、涂层、涂料、皮肤、头发、牙齿...)
- ⊙ 不受环境光的影响, 测试前可做背底噪声处理。
- ⊙ 不受样品反射率的影响, 反射率的范围为: 0.01%-100%。
- ⊙ 操作简单: 样品无需特殊处理就可进行测试。

12, 电化学工作站测试模块:



NANOVEA 的电化学工作站模块主要用于摩擦腐蚀方面的进行电化学性质分析。



## 第五、技术参数:

### 5.1 主机参数:

参数	旋转扫描摩擦仪
最大载荷	60N(T50)/500N(T500)
轴向力	1N, 2N,5N,10N,20N,100N,200N
载荷分辨率	0.4mN
旋转速度	0.01-2000rpm/5000rpm 可选
最大扭矩	4.4N.m
最大摩擦力	+/-20N(T50)/ +/-250N(T500)
摩擦力分辨率 (理论)	0.4mN (5mN/0RPM,6mN/100RPM)
X 轴半径自动控制范围	50mm
X 轴半径自动控制速度	0-5mm/S
X 轴半径分辨率	2.5 $\mu$ m
仪器尺寸	60 $\times$ 38 $\times$ 74cm
重量	接近 67Kg
磁盘尺寸	100mm
接触探头	可选针型、球形与片型
线扫描摩擦仪 (可选)	
扫描速度	可高达 100mm/s
最大振幅	25mm
扫描频率	2HZ
最大扫描频率	40Hz
润滑控制系统	
液体消耗率	60-90cm <sup>3</sup> /hour
液体容量	120ml
液体容器	包含
高温测量系统	
箱体温度 (旋转模式)	1000 <sup>o</sup> C
加热片 (先扫描模式)	300 <sup>o</sup> C

液体加热模式	150 <sup>o</sup> C
分辨率	1 <sup>o</sup> C
LVDT 传感器	
最大位移量	1mm
分辨率	1 $\mu$ m
接触电阻	
最大阻抗	0-1000 Ohms

## 5.2 表面形貌仪模块技术参数:

NANOVEA 公司提供两种光学测量探头可供用户选择:

**EP110(用于磨损较浅的情况)**光学测量探头的技术参数如下:

- 1) Z 方向测量范围: 100 $\mu$ m
- 2) Z 方向测量分辨率: 20nm
- 3) Z 方向测量精度: 50nm
- 4) 横向光学分辨率: 3 $\mu$ m
- 5) 光斑直径: 6 $\mu$ m
- 6) 工作距离: 1mm

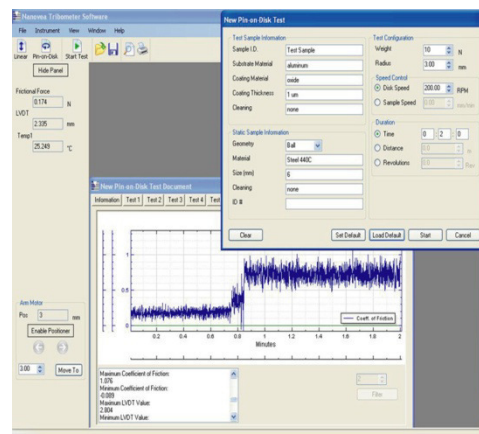
**EP1500(用于磨损较深的情况)**光学测量探头的技术参数如下:

- 1) Z 方向测量范围: 1.5mm
- 2) Z 方向测量分辨率: 200nm
- 3) Z 方向测量精度: 300nm
- 4) 横向光学分辨率: 3.5 $\mu$ m
- 5) 光斑直径: 7 $\mu$ m
- 6) 工作距离: 2.3mm

## 第六、软件

### 摩擦磨损测试软件:

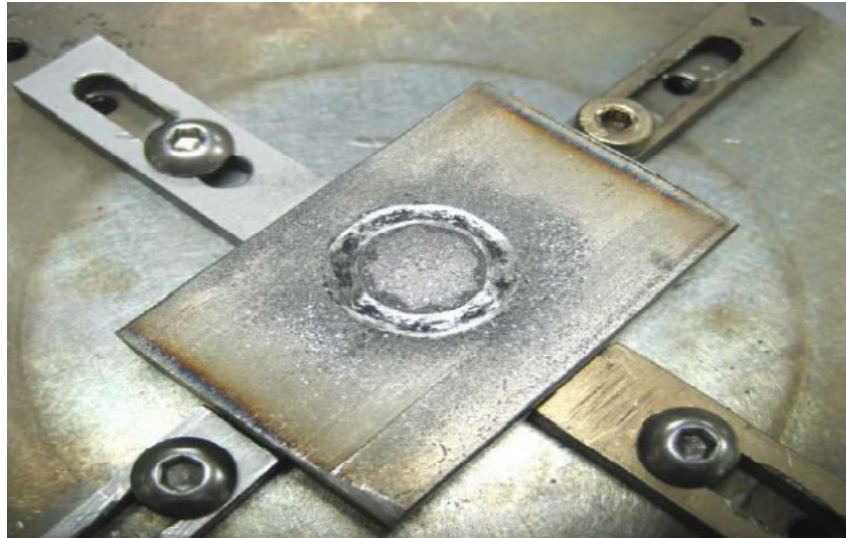
- 可自行设置摩擦磨损参数
- 实时显示摩擦系数、深度、温度
- 可计算磨损率
- 可显示摩擦系数的最值与平均值
- CSV 格式数据输出





第七，测量实例：

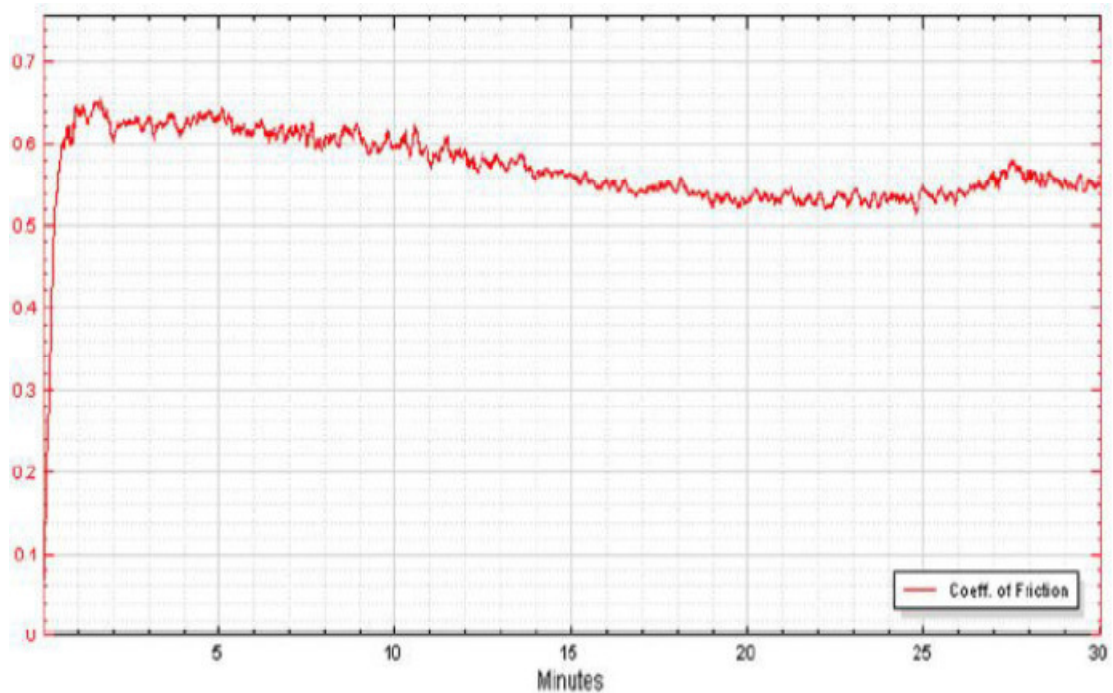
1，金属摩擦磨损测量实例：



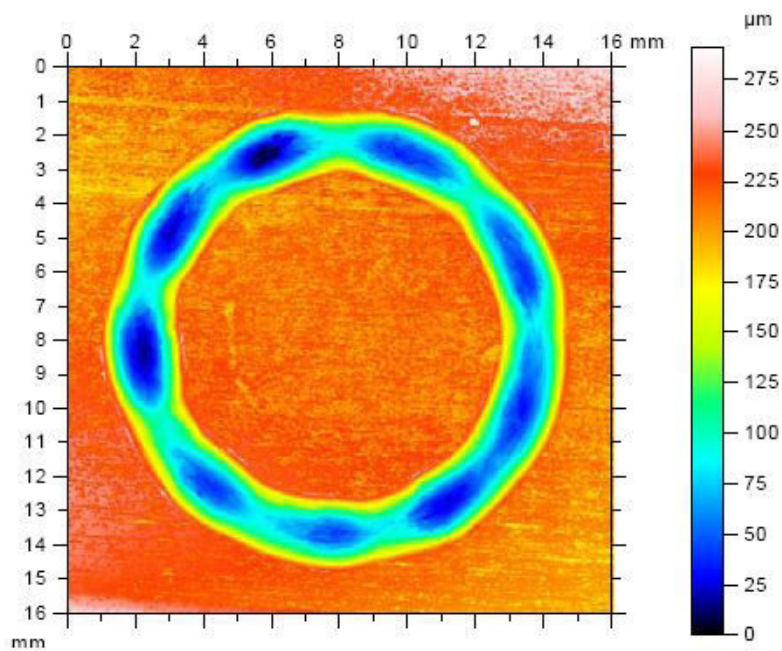
测试条件：

Force applied	40.0 N
Speed of rotation	300.0 RPM
Radius of wear track	5.00mm
Duration of test	30.0 minutes
Total disk rotations	9000.0
Slide distance	282.6m

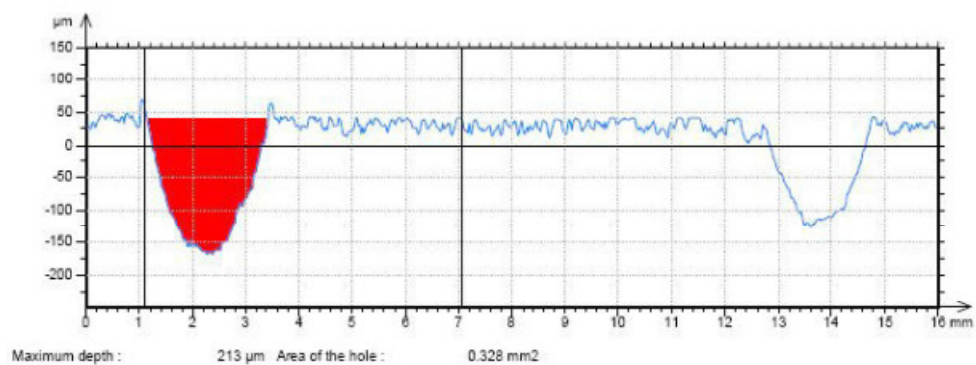
摩擦系数测试结果：



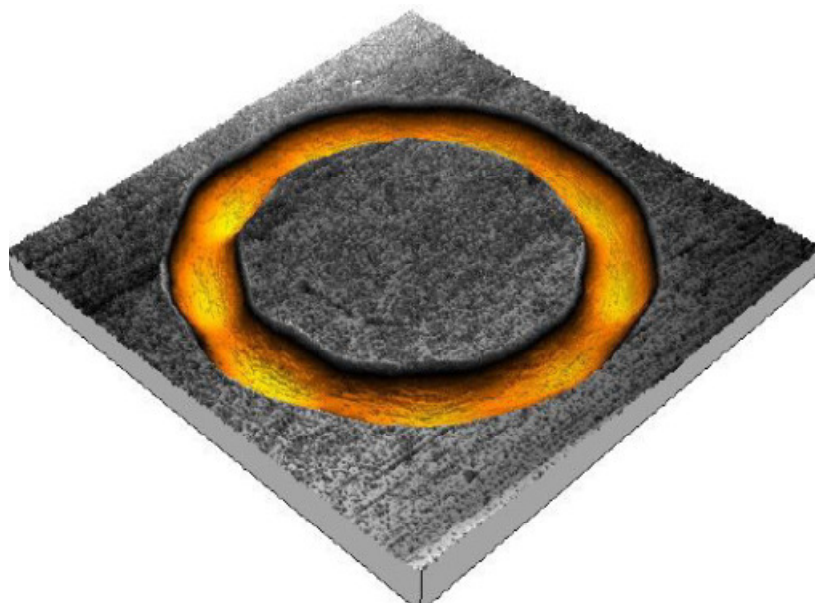
摩擦后的二维表面形貌结果：



磨损深度与磨损面积计算：



磨损后的三维表面形貌：



## 2, 纳米涂层摩擦磨损测试实例:



测试条件:

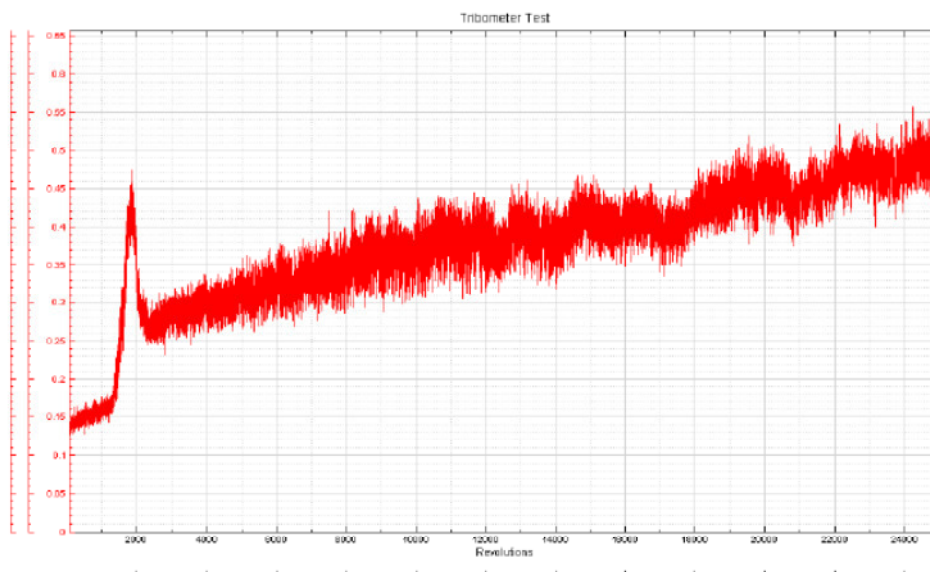
### Test parameters

Load	20 N
Duration of test	83.3 mins
Rotational rate	300 rpm
Radius of track	20 mm
Revolutions	24994.9
Ball Diameter	6 mm
Ball Material	WC

### Environmental conditions

Lubricant	None
Atmosphere	Air
Temperature	23°C (room)
Humidity	35%

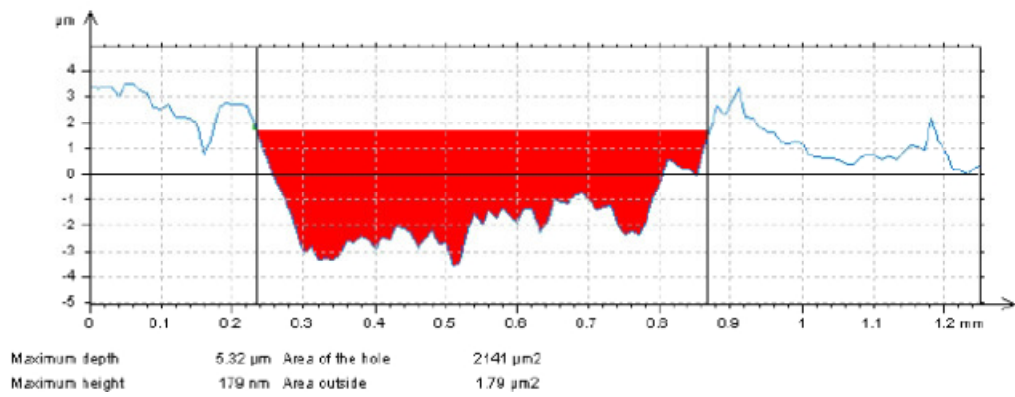
摩擦系数测试结果:



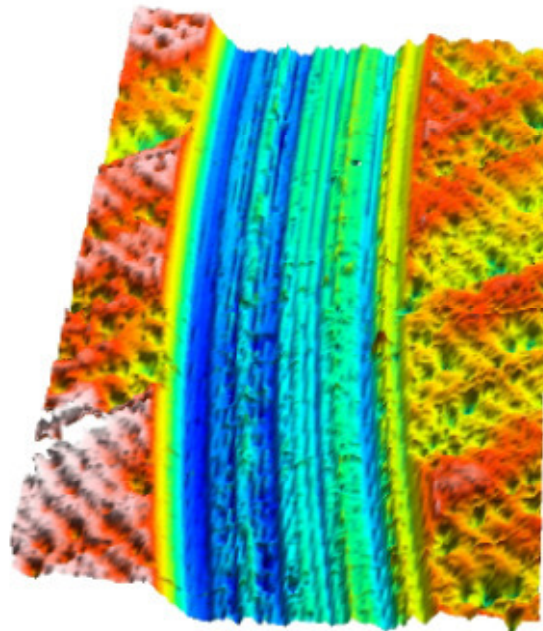
摩擦系数，磨损面积及磨损率测试结果：

X	Average	Sample Area of Wear Track [ microns <sup>2</sup> ]	Sample Wear Rate [ 10 <sup>-6</sup> mm <sup>3</sup> /Nm ]
		0.361	2141.03

磨损深度及磨损面积测试：

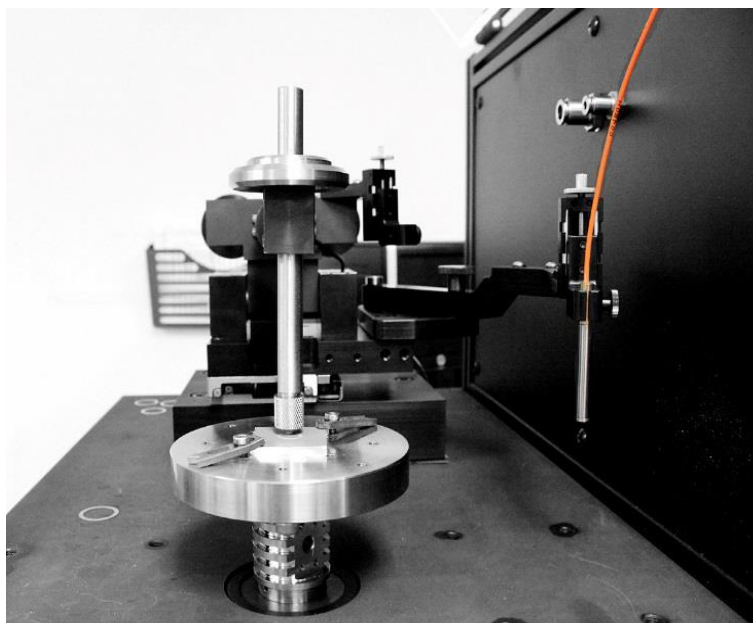


三维表面形貌测试结果：





### 3, 原位磨损率测试实例:



可在不取下样品的情况下进行原位摩擦, 磨损的圈数为:  
2000Rev,4000Rev,8000Rev,16000Rev,24000Rev,32000Rev

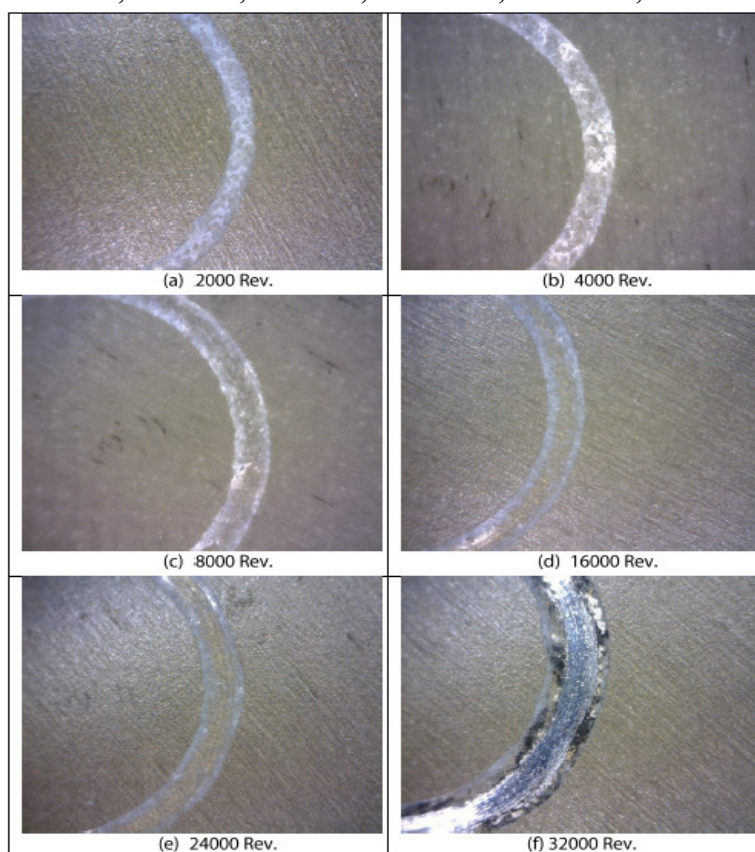
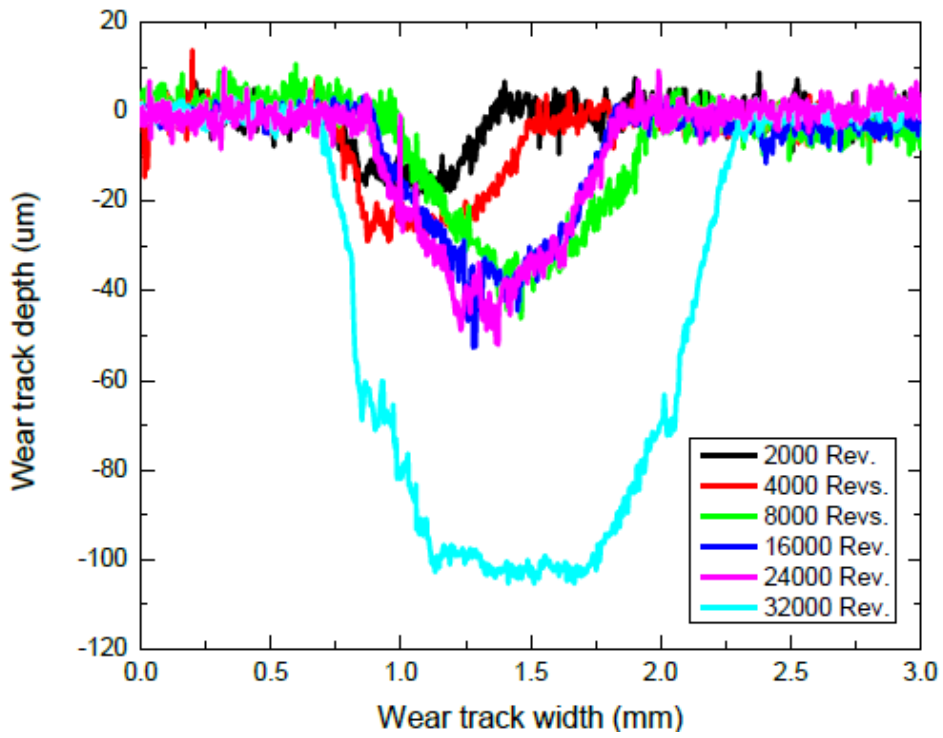


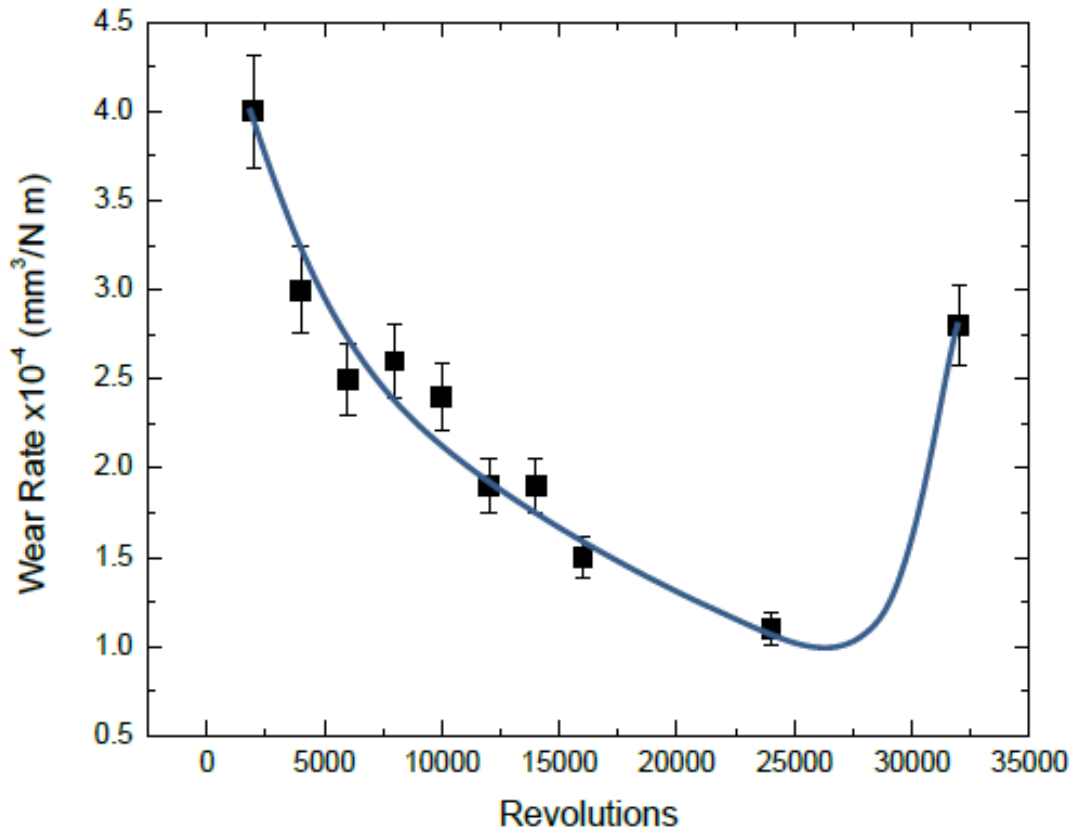
Fig.5: Wear tracks after 2000, 4000, 8000, 16000, 24000 and 32000 revolutions.

磨损圈数为: 2000Rev,4000Rev,8000Rev,16000Rev,24000Rev,32000Rev 后的光学  
照片。



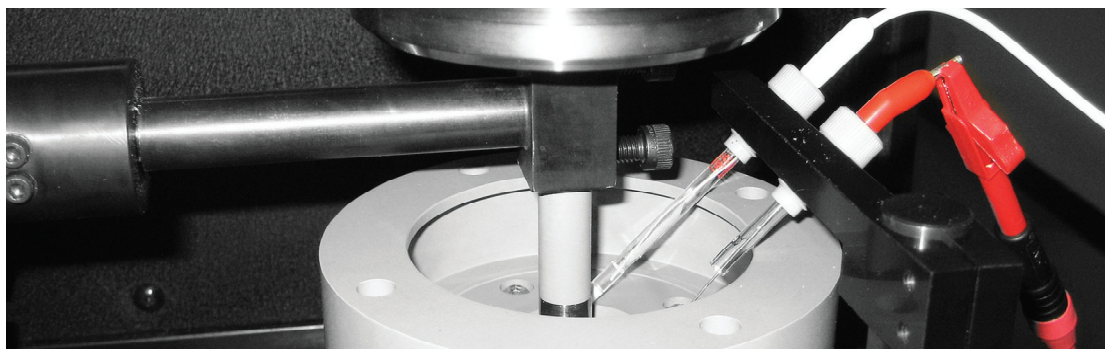


不同磨损圈数下对应的二维磨损曲线图，软件可自动计算磨损面积

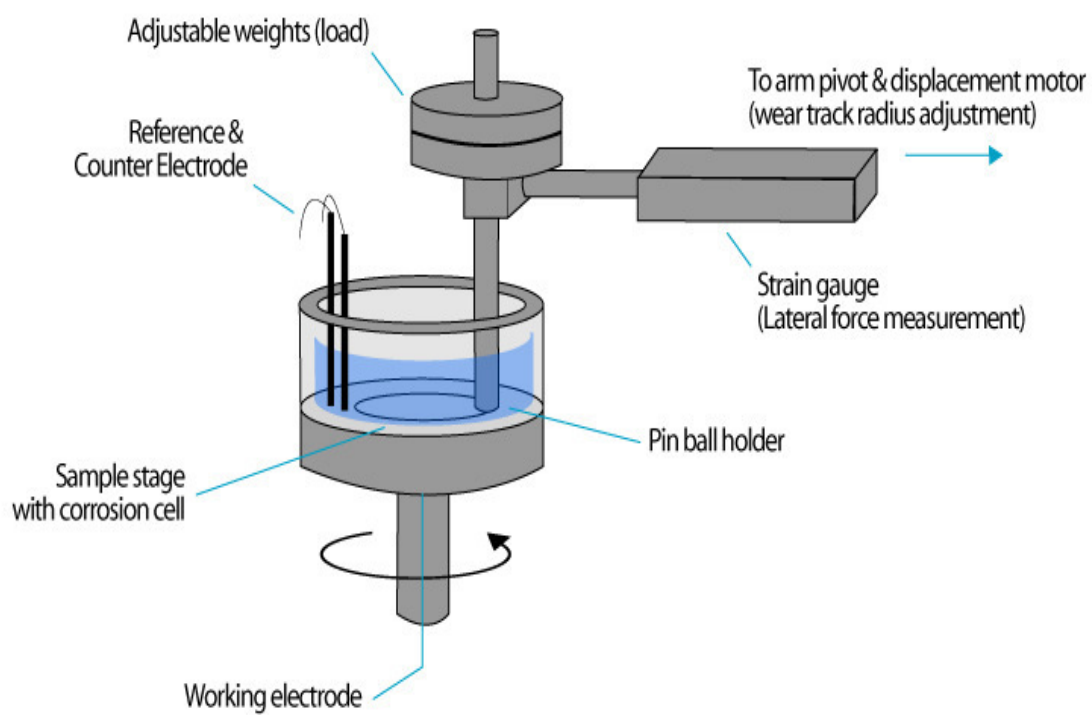


不同磨损圈数下对应的磨损率及曲线图

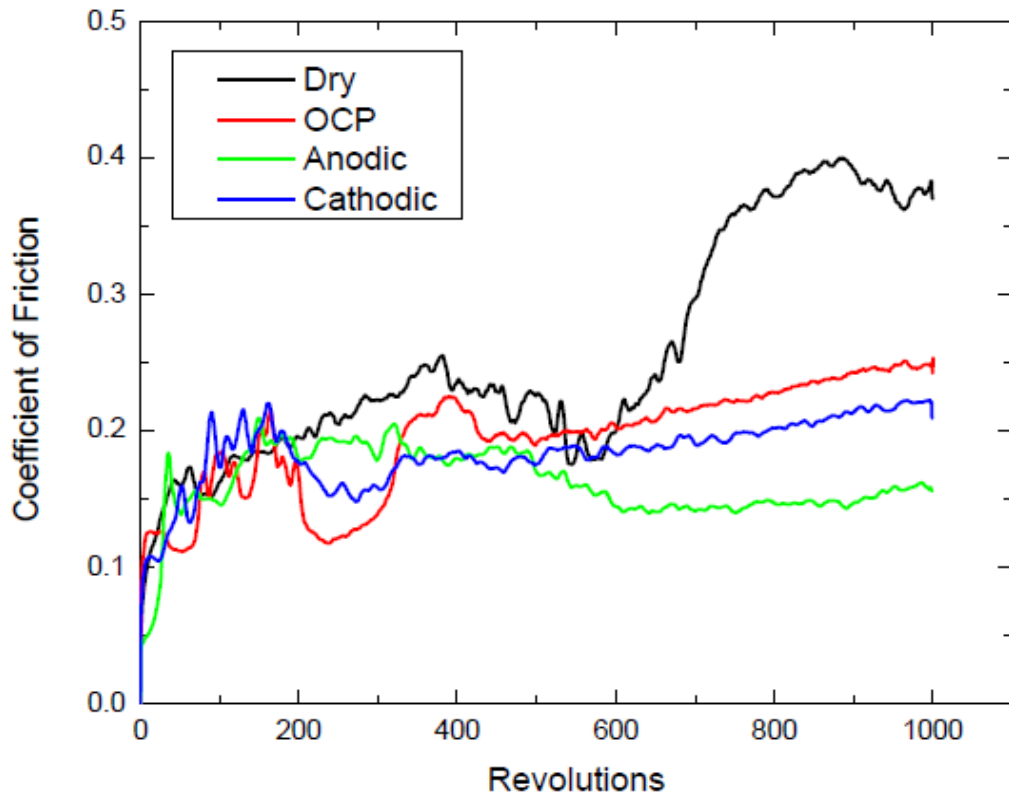
#### 4, 电化学测试实例:



可配合电化学工作站使用

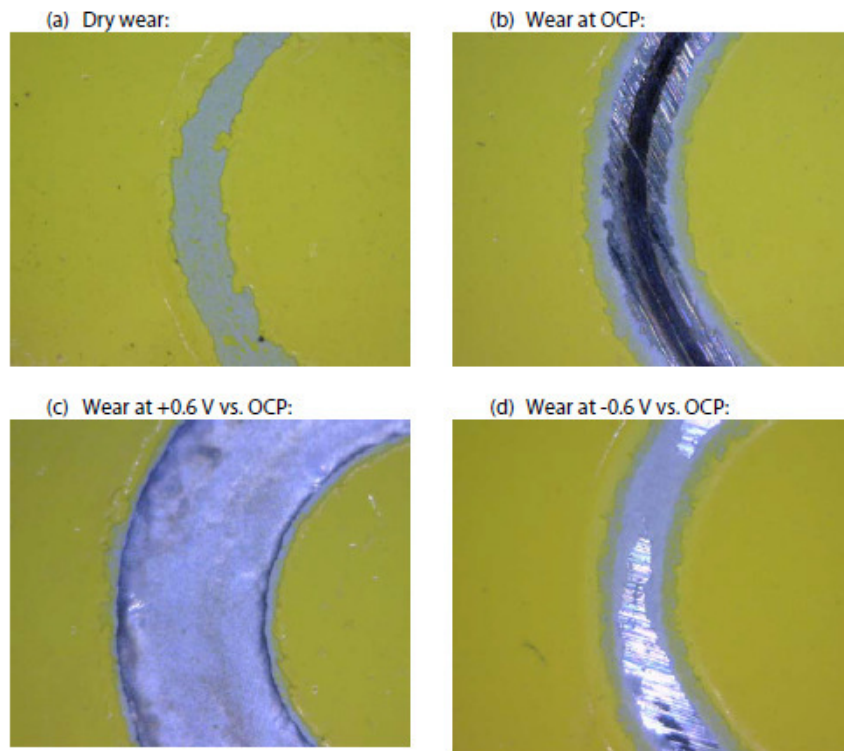


摩擦腐蚀工作原理



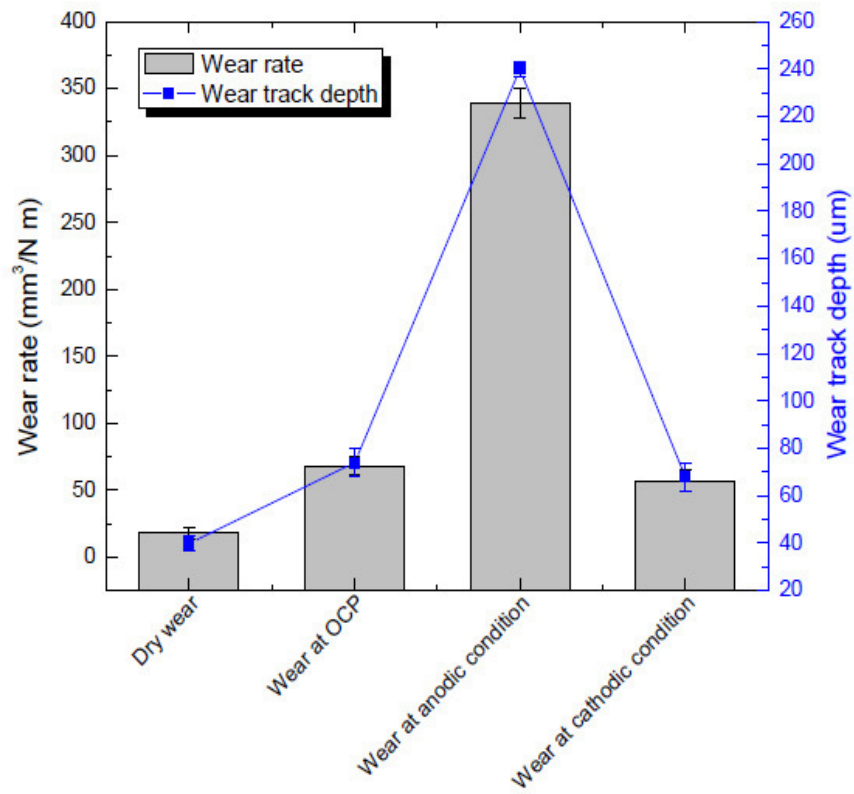
**Fig. 3: Coefficient of friction during pin-on-disk tests.**

不同条件下的摩擦系数曲线



**Fig. 4: Images of wear tracks after the pin-on-disk tests.**

不同条件下的摩擦腐蚀后的光学照片



不同条件下的磨损率结果

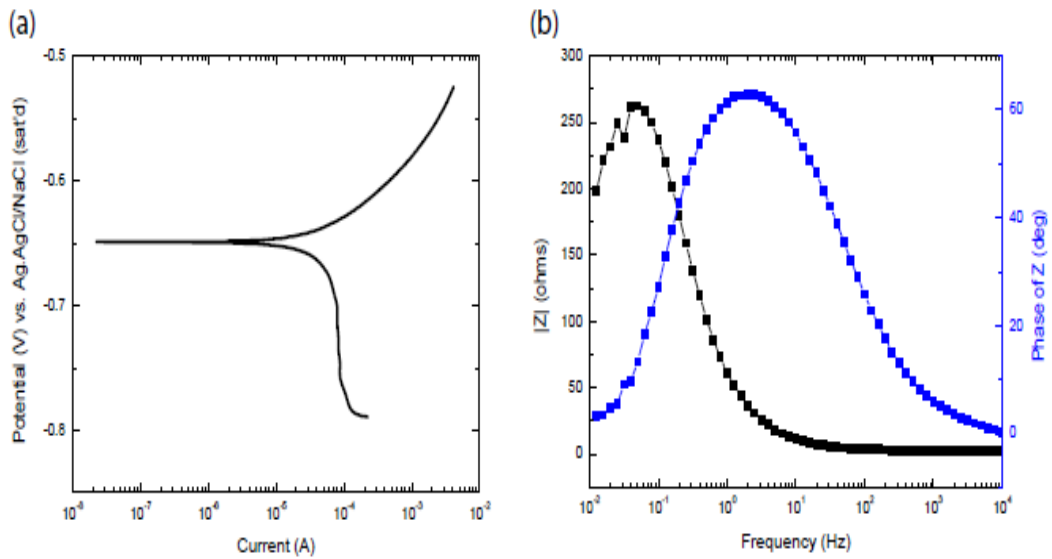
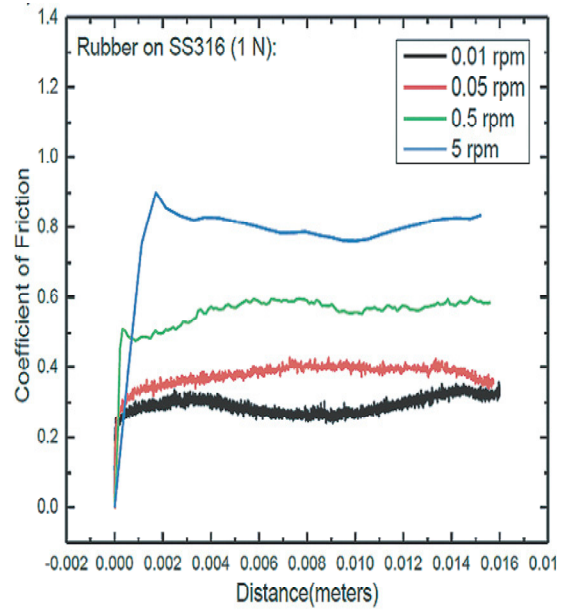
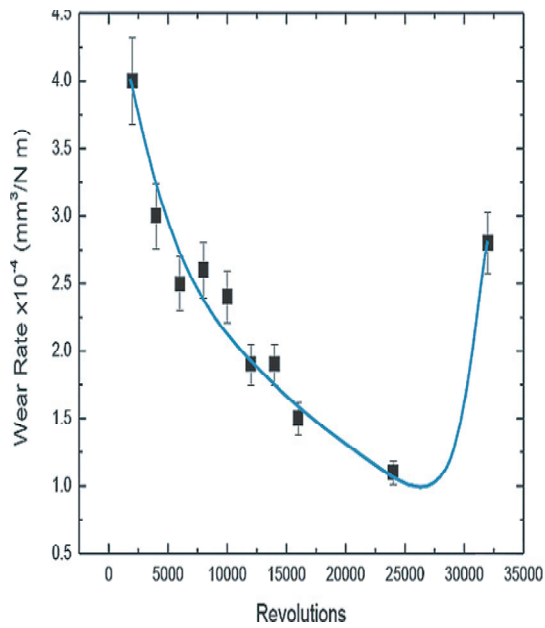


Fig. 9: (a) Potentiodynamic polarization and (b) EIS analyses of Substrate.

电化学结果

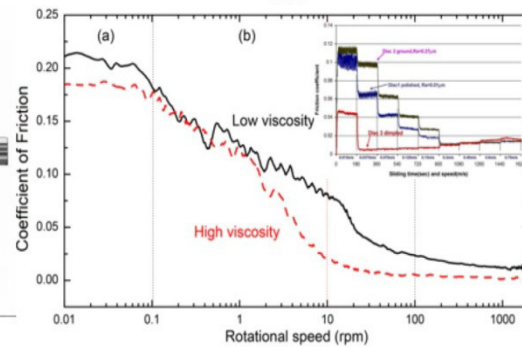
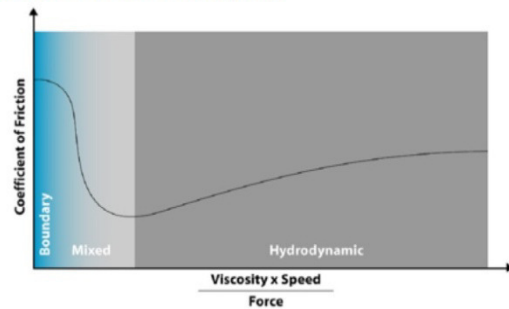
## 5, 静摩擦系数测试实例:



## 6, Stribeck 曲线测试实例:

### N Stribeck Curve Measurement

Top industries: Transportation, Oil & Mines Top materials: Metals & Oils/Liquids





7, 高温测量模块:

