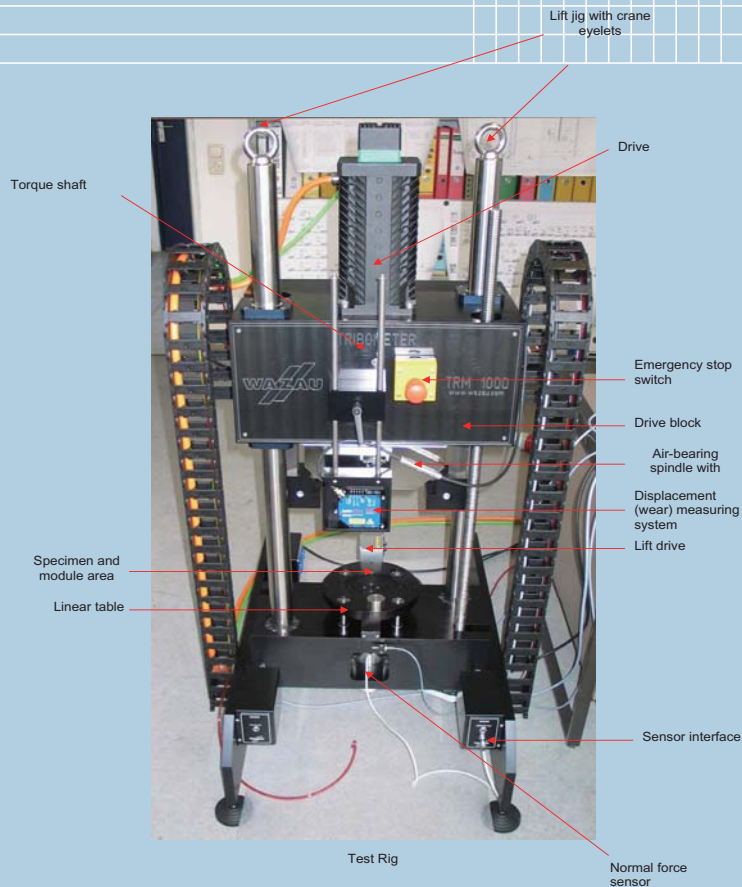


# TRM 系列变速摩擦磨损试验机

关注变速中的摩擦磨损



TRIBOMETER — Reciprocating Systems TRM

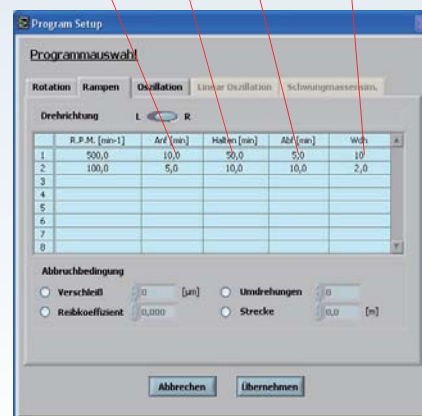
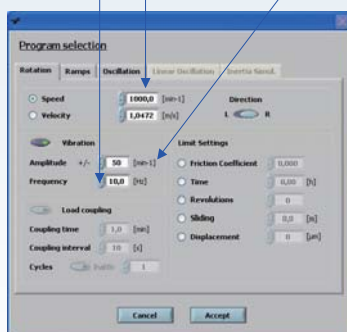
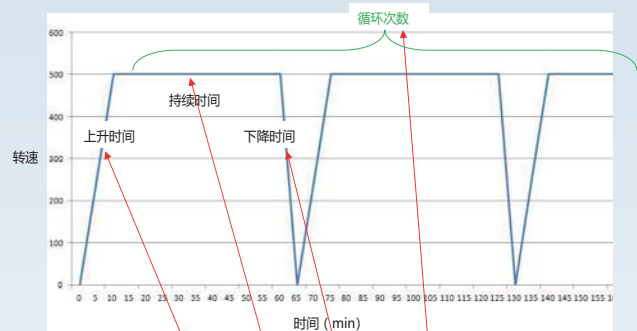
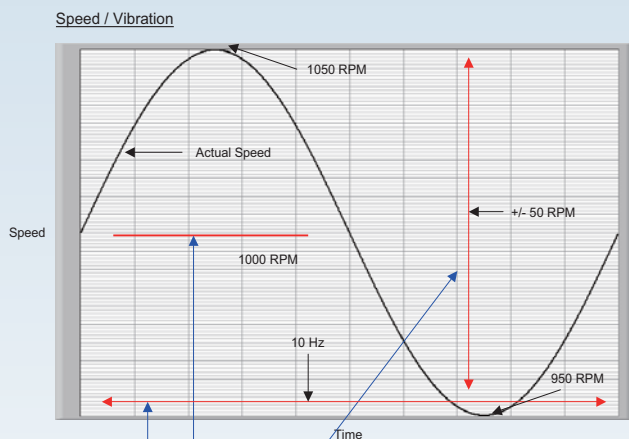
## 技术特点

TRM 系列属于变速旋转摩擦试验机，最大载荷可达5000N，最大转速可达6000rpm，最大摩擦半径为80mm，最高温度为1000℃，最低温度为-80℃。

温度范围内可以实现固态摩擦与边界润滑状态下的摩擦，主要可以解决涉及旋转摩擦形式的摩擦副材料的摩擦性能的测定。

技术特点：

- 所有运动模式都可实现周期性的变速运动。
- 独有的Ramps模式，可随意设定运动过程中的速度。
- 可设置5个限定条件（摩擦系数、磨损位移、测试时间、旋转次数、滑动距离），达到任意一个后停止试验。
- 试样空间大，为用户预留拓展空间。



## 技术参数

### TRM 技术参数

	TRM500	TRM1000	TRM2000	TRM 5000
载荷	1-500N	1-1000N	1-2000N	1-5000N
摩擦扭矩	0-5Nm	0-10Nm	0-15Nm	0-20Nm

原理	销盘接触，球盘接触，盘盘接触
运动类型	滑动
运动方式	持续，旋转，摆动，振动，摆动和振动
叠加运动	摆动，振动或是摆动振动同时进行
摆动角	1°- 360°
频率	摆动：( 0-2 ) Hz，最大值500min <sup>-1</sup> 振动：叠加在旋转运动上实现变速运动，振幅 10-100min <sup>-1</sup> ，频率 10-100Hz
温度	从室温到+150°C，配备用于润滑实验的可加热样品槽
电机	0.1-3000min <sup>-1</sup> 带数字速率控制的同步伺服电机，额定扭矩 M <sub>N</sub> =10Nm
摩擦部件	销，球，盘，零部件，塑料，陶瓷，金属等
界面介质	无或有液体
摩擦方式	固态摩擦，边界润滑
磨损机理	摩擦氧化，磨损，粘着，腐蚀
测量数值	法向力，摩擦力矩（摩擦力），线型磨损量，温度，转速

## 试验台架

### 试验台架

- 旋转：正反方向转速都可达到 $3000 \text{ min}^{-1}$ 。
- 在摩擦半径达到最大值45mm时，线速度达到14.14m/s。
- 振动：正反方向转速可达到 $3000 \text{ min}^{-1}$  ( $10\text{-}100 \text{ min}^{-1}$  和 $10\text{-}100 \text{ Hz}$ ) 叠加振动。
- 振动：摆动是 ( 0-2 ) Hz，最大值 $50 \text{ min}^{-1}$  (  $10\text{-}100 \text{ min}^{-1}$  和 $10\text{-}100 \text{ Hz}$  ) 叠加振动。
- 摩擦力矩传感器：测量范围：( 0-10 ) Nm，精度是0.1%。
- 法向力传感器：测量范围 ( 0-1000 ) N，精度 $<0.25\%$ 。
- 样品上夹具是由不锈钢做成的。
- 样品罐的内直径是114mm，最大的轨道直径是：80mm。
- 用于润滑实验的样品槽中整合了加热器，温度可达到 $+150^\circ\text{C}$ 。
- 样品槽中的热电偶复合机用于控制加热器的温度，测量样品槽内部的润滑油温度。样品槽是防腐的。
- 激光位移传感器用于测量线型磨损量，测量范围是 $\pm 5 \text{ mm}$ ，分辨率 ( 2.5KHz 无平均 ) :  $0.5 \mu\text{m}$ 。  
线性： $8 \mu\text{m} \pm$ 平均值的0.08%。
- 电动机械驱动的电机的加载适配器。
- 空气轴承 ( 要求压缩空气接头，压力8bar，流量 300 l/min)。
- 销的固定夹具直径有6，8和10mm ( 长度是30mm )，以及用于盘和盘摩擦实验的斜盘。
- 球的固定夹具直径有6，8 和 10 mm。

## 控制板

### 信号调节和控制

温度，摩擦力，法向力，位移（线型磨损量），法向力，摩擦力矩（摩擦力），位移（线型磨损量）自动补偿调节，精度是0.05%。

### 电机控制

旋转模块，摆动模块，振动模块，Ramps 模块，交流同步伺服电机变频器。

### 紧急按钮

紧急情况下可以手动关闭电机。

### 超载设置

测量数值超过最大值时为了避免人员和机器的损伤，驱动器和加热器会自行关闭，如果测量值超过最大测量范围 $\pm 1\%$ 时，就会自行关闭。

### 电源

用于滑行模块，驱动器，加热器和放大器的电源。

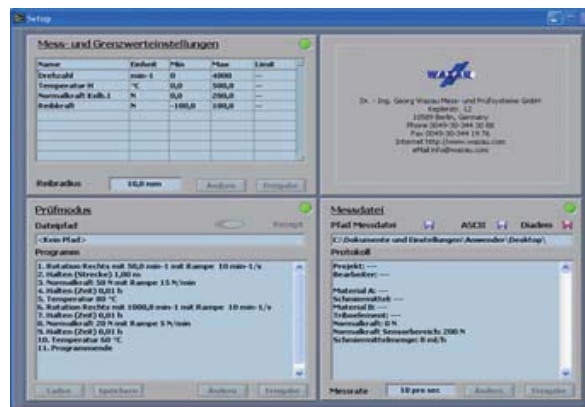
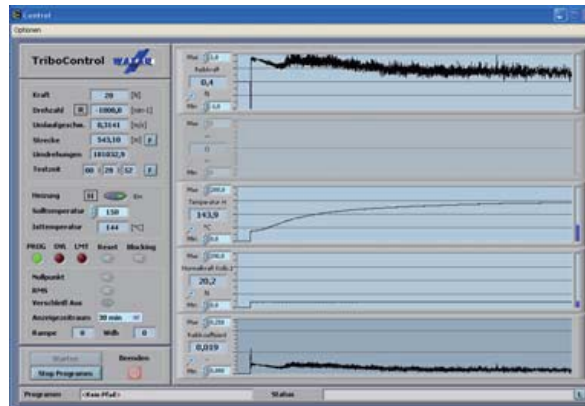
### 压缩空气调节

包括用于空气轴承主轴压缩空气的过滤装置和干燥器。



## 数据采集和控制

数据采集	<p>可以采集以下数据：温度，摩擦力矩（摩擦力），法向力，旋转速度（实时数值），位移（线型磨损量），旋转次数和测试时间。</p> <p>摩擦力矩、法向力和位移范围的采样速率为 0.01Hz-100Hz。旋转速度的采样频率大概为 5Hz。温度的采样频率为 2Hz。</p>
控制	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 温度加热器，驱动器：间隙、转速和方向、摆动角度、振动、斜坡（力）、传感器和放大器配置。</li> <li>• 摩擦学设置：半径、实验时间、样品频率、最大位移、摩擦力等等。</li> <li>• 温度：通过软件来控制加热器达到预设值。</li> <li>• 法向力：通过软件控制达到预设值。</li> <li>• 电机：通过软件来控制间隙、旋转速度、方向和坡道。</li> <li>• 通过软件来实现传感器和限定设置。</li> <li>• 通过软件来实现菜单控制。</li> <li>• 通过软件来自动调节PID 参数自动控制温度和法向力。</li> </ul>
分析工具	<p>所有测量数值，摩擦系数和滑行方式都可在图表上显示出来。测量数值以二进制的方式保存。测量数值以ASCII 的形式或者DIADEM 的形式输出。</p>
电脑	<p>主流电脑配置，Windows XP 系统。</p>
电气连接	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 客户提供三相电：3×400VAC；5×32A 6h CEE 插头。</li> <li>• 客户提供的电源网：TN-C-S 系统（5 导电系统）。</li> <li>• 客户提供的电脑和显示器的230VAC 电源。</li> <li>• 客户提供空气轴承用的压缩空气源。应该提供至少7 到8 帕的压力和足够的流量（大约300l/h）。空气调节系统是由Wazau 提供的。</li> </ul>



## 尺寸和重量

摩擦计，大约重量 300 kg

H W D

170 x 80 x 120 cm

控制板，大约重量 50 kg

H W D

85 x 60 x 80 cm

电脑显示器 鼠标 键盘

H W D

50 x 100 x 70 cm

## TRM 系列附加模块

## 空气调节模块



在特定的气候状态下的密闭实验样品槽。

人工气候室：

湿度范围：10%-95%

气候温度范围：( 10-80°C )

## 往复模块

( 无润滑的实验，没有加热器 )



此机械模块用来把旋转运动转换为平移、往复运动。行程是 $\pm 10\text{mm}$ ，最大频率是 $f=5\text{Hz}$ ，摩擦力传感器测量范围是( 0-100 ) N。此模块允许最大载荷为200N。

## 四球测试模块



直径是12.7mm的四球装置。

## 循环加热器模块



由循环加热器来加热摩擦副。位于循环加热器测量区域内部的一个集成热电偶用来控制加热器的温度。循环加热器是由6红外线散热器来加热的。

温度范围：室温到250°C。



## TRM 系列附加模块

### 包括循环加热器的 四球测试模块



直径是12.7mm的四球试验机装置。四球机装置是由循环加热器来加热的。用来控制加热器温度，测量介质温度的集成热电偶被置于循环加热器试验区域内部。循环加热是由6红外线散热器来加热的。  
温度范围：室温达到250°C。

### 小加载传感器模块



提供的标准传感器可通过夹具安装用于反扭矩测量。

## TRM 系列附加模块

### 实际油液循环模块



用于样品槽的实际润滑油循环是由带进出的潜水泵，加热系统和软件延时系统，（自动调节PID 参数和泵控制开关）。

供应油罐的填充量大概是4.5 升。

温度范围：室温到120°C

提示：此装置无动态冷却，由于在操作过程中潜水泵升温，不能实现40°C以下的温度控制。

### 低温模块 (用于润滑和非润滑实验)



带进出口的绝缘双层样品槽。制冷是由制冷和循环节温器、降温泵和冷却液进行控制的。

冷浴温度从+30°C到-80°C。

### 高温模块 (用于非润滑实验)



用于存储惰性气体的熔炉，炉内直径：60mm。

样品夹和上部样品适配器是由耐高温防腐蚀金属制成。

测量范围：样品从室温至600°C（炉温度大约1000°C）。

整合在样品夹具中的热电偶用来控制加热器温度和测量样品夹具的温度。

## 客户名单

1. HOECHST CeramTec AG, Germany
2. 3M Laboratories (Europe), Germany
3. Oberstufenzentrum für Feinwerk- und Gerätetechnik, Germany
4. Zahnradfabrik Friedrichshafen (ZF), Germany
5. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Germany
6. Research Institute of Machinery Science and Technology, (RIMST), China
7. Korean Institute for Machinery and Materials Testing (KIMM), Korea
8. Forschungsstelle für Edelmetalle und Metallchemie, Schwäb. Gmünd
9. Daimler Benz AG, Germany
10. Bayerische Motorenwerke AG (BMW), Germany
11. Research Institute of Machinery Science and Technology (RIMST), China
12. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerche Tecnologiche per Ceramica, Italy
13. Daimler Benz AG, Germany
14. Daimler Benz AG, Germany
15. BRAUN AG, Germany
16. Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Germany
17. Technische Universität Chemnitz, Germany
18. Daimler Benz AG, Germany
19. Universität der Bundeswehr Hamburg, Institut für Werkstofftechnik, Germany
20. Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik, Germany
21. Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Germany
22. Universität Bayreuth, Keramik und Verbundwerkstoffe, Germany
23. Universität Gesamthochschule Siegen, Germany
24. IKOSTA GmbH, Germany
25. Hochschule für Technik und Wirtschaft, Mittweida (FH) Germany
26. Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Sinterwerkstoffe, Germany
27. Institut für Neue Materialien, Germany
28. Technische Universität Berlin, Institut für Werkstofftechnik, Germany
29. Fachhochschule für Technik, Mannheim, Germany
30. Universität Gesamthochschule Essen, FB 12, Germany
31. Technische Universität Berlin
32. Fachhochschule Magdeburg, Germany
33. Fraunhofer Gesellschaft IWS, Germany
34. Fraunhofer Gesellschaft IKTS, Germany
35. Fraunhofer Gesellschaft IFAM, Germany

## 客户名单

36. Katz, Switzerland
37. Universität Erlangen, WTM, Germany
38. Vito, Belgium
39. Albrecht & Schumacher, Germany
40. ITW, Chemnitz, Germany
41. Universität Lissabon, Portugal
42. Fraunhofer Gesellschaft, Institut für Werkstoffmechanik, Germany
43. City University of Hong Kong, China
44. Fraunhofer Gesellschaft, IFAM, Germany
45. Fachhochschule Ingolstadt, Germany
46. Fuchs DEA, Germany
47. Fachhochschule Konstanz, Germany
48. Chevron Oronite, France
49. Indian Institute of Technology, India
50. 50. Rohmax, Germany
51. Monk & Sons, England (Iran)
52. Monk & Sons, England (Hong Kong)
53. IWT, Germany
54. Technische Universität Ilmenau, Germany
55. Lulea University, Sweden
56. DaimlerChrysler, Germany
57. IFIR, Argentina
58. University of Salerno, Italy
59. University of Applied Science Luebeck, Germany
60. Bergische Universitaet Wuppertal, Germany
61. University of Catalunya, Spain
62. Brose, Germany
63. Fraunhofer Gesellschaft TEG, Germany
64. Siemens VDO, Germany
65. Burgmann Industries, Germany
66. ElringKlinger, Germany
67. University of Agriculture, Lithuania
68. RWTH Aachen, Germany
69. University of Tallinn, Estonia
70. PTFE Muenchritz, Germany
71. DaimlerChrysler, Germany
72. Fraunhofer Gesellschaft IWU, Germany
73. Fraunhofer Gesellschaft IPT, Germany