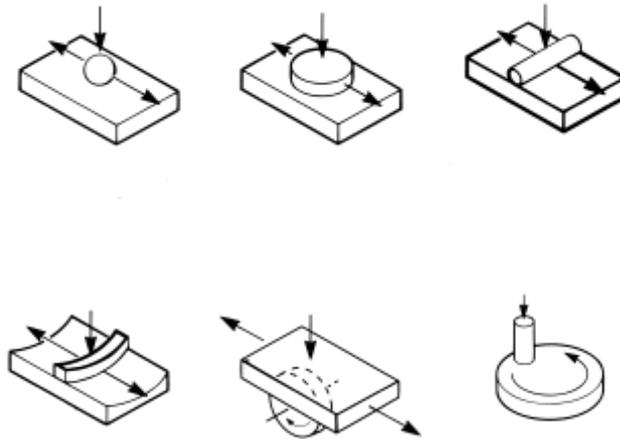




PLINT Tribology Products  
from Phoenix Tribology Ltd

# TE 77 高频摩擦

## 试验机



### 关键词:

- 磨料磨损
- 甄选添加剂
- 添加剂配伍
- 粘着磨损
- 宇航材料
- 抗磨性能
- 汽车材料
- 自动传动液
- 生物工程材料
- 内孔抛光
- 边界润滑
- 脆性材料
- 凸轮轴材料
- 陶瓷
- 化学吸附
- 离合器润滑剂

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

- 涂层
- 复合材料
- 接触电阻测量
- 腐蚀与磨损
- 齿轮箱润滑油
- CV 关节润滑剂
- 汽缸套材料
- 润滑剂衰变
- 脱层磨损
- 净化性能筛查
- 柴油燃料润滑性
- 柴油泵材料
- 冲压、拉拔润滑剂
- 钻井泥浆润滑
- 干接触条件
- 动态摩擦
- 电接触润滑
- 极压性能
- 挤压
- 面密封
- 有色金属材料
- 薄膜
- 手指跟随材料
- 成形润滑剂
- 微动腐蚀
- 微动磨损
- 摩擦系数
- 摩擦改进剂筛选
- 燃油效率甄别
- 燃料润滑性
- FZG 系列模拟测试
- 齿轮箱润滑剂
- 磨削液
- 赫兹接触
- 高温润滑剂

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

- 潮湿工况
- 液压油
- 准双曲面齿轮润滑油
- 承载能力
- 润滑
- 机床导轨润滑油
- 海洋装备润滑油
- 金属基复合材料
- 微焊合
- 轻微磨损
- 混合润滑
- 有色金属材料
- 非石油矿物油
- 氧化磨损
- 漆膜
- 物理吸附
- 销盘
- 销板
- 活塞环槽
- 活塞环材料
- 活塞裙材料塑料
- 塑料
- 粉末冶金
- 质量控制测试
- 往复密封
- 制冷剂润滑油
- 润滑油的检查
- 划伤
- 密封件
- 自润滑材料
- 序列 VIEFEI (粘度指数 等效燃油经济性改善) 筛查
- 滑滚
- 空间应用
- SRV 测试试样
- 静摩擦
- 粘滑

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

- 表面工程
- 表面抛光
- 表面处理
- 合成基础油
- 工业陶瓷
- TU3 筛查测试
- 阀座材料
- 磨损率
- 磨损测量



## 背景材料:

TE 77 高频摩擦试验机是一款多用途往复式摩擦试验机，是一款完善的研究与开发工具，适用于评价润滑剂、材料、涂层和处理表面，它的最大行程为 25mm，最大负载达 1,000 牛。

TE 77 的滑动接触试验条件与大多数机械零部件的服役工况相符。试样可以是标准样块，也可以是从零件实体上切割下来的，但要保证表面光洁平整。

TE 77 用于实验室内的摩擦测试，是根据标准 ASTM G 133 和标准 ASTM G 181 发展而来的。标准 ASTM G 133“球板线性往复滑动磨损标准试验办法”规定

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

了陶瓷、金属和陶瓷复合材料的干摩擦及润滑下的磨损测试方法。标准 ASTM G 133“球板线性往复滑动磨损标准试验办法”规定了陶瓷、金属和陶瓷复合材料的干摩擦及润滑下的磨损测试方法。标准 ASTM G 181 为“润滑条件下活塞环和汽缸套材料的摩擦测试标准操作规程”。

在 TE 77 试验机上加装合适的可选附件后，下列标准中表述的测试即可进行：

标准 ASTM D 5706：用高频线性振动试验机确定润滑脂挤压特性；

标准 ASTM D 5707：用高频线性振动试验机测定润滑脂摩擦磨损特性的标准测试方法；

标准 ISO/DIN 12156-2：柴油燃料润滑性能要求-评定燃料润滑性的测试办法；

标准 ASTM D 6079：用高频振动往复试验机(HFRR)评价柴油机燃料润滑性的标准测试方法。

目前，已有相当多的 TE77 用户发表了多篇技术性论文，您可从这些论文中获取更多的非标测试研究及测试方法信息。

## 说明书：

供货时，已给 TE 77 高频摩擦试验机配置了专门的试验台架，并配备了安装有 COMPEND 2000 控制和数据采集软件的电脑。控制单元位于台架顶部，并与连接电脑的 SUPERSLIM 串行接口界面模块相连。操控系统为您不但提供了加载控制功能，还提供了频率设置、温度控制和数据采集及试验参数记录等强大功能。

## 动试样：

动试样固定在托架内。根据需要，本公司可提供一系列试样夹具来夹持不同形状的试样。动试样相对与下面的定试样做机械振动。在油池里运转的机械驱动模块包括马达驱动的凸轮和挡车轭，可使试样做纯正弦运动。

通过手动调整花键凸轮轴上的花键偏心凸轮，改变行程长度。

为该试验机配置了两个凸轮，行程长度范围别为 0 到 12.5 mm 和 12.5 mm 到 25 mm。这两个标配凸轮均可提供 11 个长度离散的程度。

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

另外，还可为该试验机配制一个双凸轮组，实现范围为 0 到 12.5 mm 的连续可变行程。

采用带有同轴弹簧的齿轮传动电动机驱动的杠杆机构，动试样可被加载到定试样上。通过安装在承载端头的滚针凸轮顶杆以及承载踏板上的运动平板，法向载荷被直接加载到动试样上。安装在杠杆上的应变仪传感器，其位置刚好与接触区在杠杆上的投影点重合，从而准确测量施加的载荷。

定试样:

定试样置于不锈钢油池内，专门的夹具可用来装卡国际标准组织的燃料润滑性测试标准试样和其他标准的规定试样。该不锈钢油池夹紧到一个加热块上。这个加热块由四个加热元件，温度监控则由抵在试样或夹具侧面热电偶执行。可以将油池移动到热器块旁边，可以对一个固定的试样进行多重测试

加热块安装在一个挠性构件上。该构件在竖直（加载）方向上有足够好的刚性，在水平方向却足够柔软。水平方向的运动可以有压电传感器感知，从而测出振荡触点的摩擦力。

加热的试样托架和压电力传感器固定在一个基座上。这种设计不但避免了高频时机器振动带来的影响，而且允许其他共基座组件扩展机器的操作空间。

摩擦力测量:

压电传感器用于测量摩擦力的大小，灵敏度为 43.5 pC/N，输出范围可根据预期的摩擦力水平进行设置。摩擦力的最大值水平为 +/- 500 N。

电荷放大器将测得的摩擦力成比例的转化为电压，然后进行低通滤波处理，滤掉测量系统的高频噪声，抑制传感器共振造成的影响。再经二级放大器处理，输出电压信号最终范围。

高频(>1Hz)操作时，电荷放大器交流耦合，消除了长时间段内信号漂移带来的影响。信号通过真实均方根/直流转换放大器后，输出真实平均摩擦力。即时的摩擦力信号可以通过示波器监测，或者用 TE 77/HSD 附件将这些数据记录下来。

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

在低频(<1Hz)操作时,如进行粘滑、单通道滑移试验和标定传感器以及进行带能量脉冲滑滚适配组件测试时,电荷放大器为直流耦合工作模式。这种工作模式让信号衰减时间长达 100,000 秒,与非常接近零的测试标度时间范围相比,这个时间足够长。也就是说,测量过程中任一瞬间的摩擦力都可准确测量。

接触电阻的测量:

动试样与驱动主轴以及定试样绝缘,摩擦接触区毫伏级的电压可以利用 Lunn-Furey 接触电阻电路施加。电压信号经过真实 rms/dc 转换放大器处理后,得到接触电势的时间平滑平均值。如果测试试样是导电的,那么这种电压变分可用于表征摩擦副金属相互接触的水平。该测试可用于检测抗磨极压润滑剂化学反应膜的形成、绝缘层的破裂以及接触区氧化物的积聚程度。

即时的接触电势可以通过示波器监测,也可用 TE 77/HSD 附件进行数据记录。

温度测量:

相当多的磨损过程是由温度引发的,比如摩擦副表面氧化、组织转变、润滑添加剂薄膜或其他摩擦化学反应膜的形成与破裂以及表面溶化(材料的 PV 极限)和热应力致材料失效等。

随着接触区摩擦能量的耗散以及不可逆的温升,磨损越来越严重。另外,摩擦副接触区的尺寸与相对速度影响着在载荷和滑动速度共同作用下产生的摩擦能量及其耗散与分布。

进行 TE77 往复式试验时,可将速度保持在一个非常低的水平上,目的是最大限度的减少摩擦生热,并在有润滑的测试中促进边界润滑。

摩擦热的极小化意味着通过控制定试样的整体温度可以有效控制接触区的温度。将热电偶压在定试样上,即可用带 PWM 的 PID 软件测量并控制温度。

磨损:

TE 77 无法原位监控磨损状况,无法即时评价动试样的磨斑尺寸及静试样的磨损体积。足够小的试样可以用扫描电子显微镜观察,表面膜的化学分析可以用专门的仪器分析可选附件 TE 77/WEAR,可以连续记录动试样相对静试样的运动状况,从而粗略给出两表面的磨损状况并确定磨损态转变。

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

## 控制与数据采集:

该试验机拥有集成的串行接口模块，并安装了可在 Windows 下运行的 COMPEND 2000 软件，实现基于个人电脑的编程控制与数据采集。测得数据以标准电子数据表格形式存储在硬盘里，文件的格式为.csv 或 .tsv。

测试过程程序化通过编程实现，每一步包括试验参数设置值、数据记录频率和报警信息。试验参数设置值，设置点可有程序的步改变或跳过。除非被操作人员或警报打断，测试序列将顺次执行。另外，也可在屏幕上手动调整切换设置点。

## 对比和优点:

### 频率范围:

TE 77 的最大频率为 50 Hz，应该注意的是大多数标准中要求摩擦试验机的频率低于或等于这个数值。电磁振荡器驱动的往复式摩擦试验机，频率通常较高，最高可达 500Hz。但这类试验机的典型最大冲程为 4mm（并且不是在全频范围内），这比 TE 77 的要小很多。标配 TE 型试验机的最大冲程为 25mm。TE 77 在 50 Hz 频率工作时，冲程为 5 mm；在 30 Hz 工作时，冲程为 15 mm。其实，研究润滑剂的成膜能力及其摩擦学行为时，冲程对试验结果没什么大的影响。但是，若要研究磨损如何产生并恶化时，需要考虑冲程及滑动距离。

标准 ASTM G 133 对 10mm 冲程下的试验进行了详细说明。

### 磨损的产生:

磨损是滑动距离的正函数，因此，磨损产生的几率会随着滑动距离增长而增加。

对于 TE 77 试验机，25 mm 的冲程，20 Hz 的频率，每分钟的滑动距离就是 60 m；15 mm 的行程，50 Hz 的频率，每分钟的滑动距离就是 54 m；5 mm 的行程，20 Hz 的频率，每分钟的滑动距离就是 30 m。对于典型的电磁控制试验机，4 mm 的行程，50 Hz 的频率，每分钟的滑动距离就是 24 m；1 mm 的行程，100Hz 的频率，每分钟的滑动距离仅为 12 m。

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

也就是说，相比电磁驱动的短冲程试验机，长冲程的 TE 77 试验机将更适合也会更有效地来研究磨损的产生及其发展过程。

## 卷吸与磨屑:

定试样被动试样“暴露”的能力取决与小于半冲程的接触长度。换句话说，在其他设备上试验时，比如最大行程 4 毫米，接触长度大于 2 毫米，定试样中心部分将不断接触动试样的一部分。这对润滑油的卷吸、表面活化和磨屑移出接触区有严重影响。在这种情况下，磨屑很容易积存在接触区，从而产生不希望出现的三体磨粒磨损。正因为如此，测试面接触的粘着磨损时，这些设备是不能令人完全满意的。

## 接触范围:

两接触表面如何分担磨损是一个与接触范围相关的重要研究课题。磨损是滑动距离的函数，滑动距离为冲程与周期数乘积的 2 倍。对于定试样上的一个点，线性磨损是接触长度和周期数成绩的两倍。换句话说，动试样的磨损取决于总的滑动距离，定试样上的磨损取决于被划过的次数和接触长度。因此，两试样的磨损比例取决于冲程和接触长度。为了建立真实的摩擦接触模型，一定要给接触范围这个参数正确建模。因此，对于冲程为 100mm 的引擎，用 3mm 接触长度 25mm 冲程的试验模拟就足够了，试验中环试样的接触长度应该为 0.75mm。如果试验是冲程较短并要求接触长度为 0.09mm，那么可以认为这样的模拟试验是不符合实际工况的。

TE77 的冲程长度长，为了测试各种尺寸的较大滑动试样提供了许多方便，特别适合于测试从机器部件上切割下来的试样。另外一个优点就是测试区域明显可辨，并且兼容设计出来的各种专用试样夹具。

## 极低频率:

通过可互换的齿轮箱，TE 77 可提供最低位 0.01Hz 的频率。而电磁驱动的试验机，最低只能提供 1Hz 的频率。所以，如此之低的下限频率可使 TE77 用于研究材料和润滑剂的粘滑特性及 Stribeck 曲线。

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

可选附件:

## TE 77/WEAR 在线磨损监控系统:

TE 77/WEAR 是一个高分辨近程电容测量系统, 该设备输出的是与位移成一定比例的电压信号, 适合电脑对该信号的采集。

非接触式电容探头安装在动试样的夹具上, 探头距试样所在油池边缘这个基准面大约 0.5mm。间隙电容首先经电荷放大器转化为直流电压, 再经真实均方根/直流转换器后, 给出冲程长度内的平均间隙。测量系统只负责采集间隙的变化量, 而不管这个变化是磨损、润滑膜和热膨胀或者是他们综合在一起造成的。实际上, 在冲程的长度方向上, 温度作用造成的热膨胀对间隙的影响是相当有限的。定试样稳定保持恒定时, 系统的测量精度是足够高的。因此, TE 77/WEAR 是理想的用于测试长时间磨损率和磨损转变点的试验机。

## TE 77/HSD 高速数据采集:

TE 77/HSD 有两大主要功能:

- 高频测试中, 存储和瞬时显示摩擦与接触电势(使用示波器),
- 在极低速下进行 Stribeck 曲线和粘滑测试时, 存储和显示完整的摩擦循环数(使用图表记录器)。

高速数据采集是由 16 通道多功能 ADC PCI 总线板卡实现的, 数据采集速率高达 250 kHz。每一个采集循环中, 数据缓冲并存储在硬盘的一个自动创建的单独文件内。系统将为其自动超链接至标准的数据文件内, 以便查看处理。

## TE 77/LVDT 冲程传感器:

该附件为动试样提供位置反馈, 配合 TE 77/HSD 使用, 产生长冲程测量时的力-位移数据。

## TE 77/GB/20 齿轮减速箱 20:1 :

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

该齿轮箱固定在驱动电机和凸轮轴之间，减速比为 20:1，为低速下边界润滑测试提供合适条件。需要指出的是，该附件对测试添加剂的性能和筛选不同配方的润滑剂特别有帮助。

## TE 77/GB/100 轮减速箱 100:1:

该齿轮箱固定在驱动电机和凸轮轴之间，减速比为 20:1，为低速下边界润滑测试提供合适条件。该附件适用于研究滑轨或离合器用润滑剂的静摩擦和粘滑。

## TE 77/HR 热活塞环试样夹具:

TE 77/HR 是整体加热往复式试样夹具的升级品，该夹具可使定试样和动试样在温度不同的情况下进行试验。可自行加热至 200°C 环试样通常与内衬样块一起测试，内衬块的温度受控于温度低于 200°C 定试样的加热块。

## TE 77/INERT 气体密封箱:

TE 77/INERT 氧化铝制气体密封箱可以将定试样/力测量和加载辄组件包裹起来。本公司提供固定密封箱到试验机机身的相关配件。采用发泡条填塞密封箱与机身之间间隙，商用橡胶垫圈用来填塞与加载扼架之间的间隙。往复式试样夹具也被密封并与活动臂和密封箱隔开。试验过程可透过一个透明的观察窗口观测。

本公司还提供有气体输入和输出用的管接头以及一段连接气站的气管。密封舱的压力由水柱压力计测量。密封舱的上限温度为 250°C。

该附件用于研究惰性气体、水蒸气或弱腐蚀性气体等气氛环境和湿度对摩擦磨损的影响。

## TE 77/COOLER 冷却器:

TE 77/COOLER 冷却器可取代标准定试样的加热快，实现低温环境下的摩擦磨损测试。冷却器内的冷却液为水二醇，可使测试环境温度降至-30°C。为了防止试验箱内结冰，用 TE 77/INERT 进行试验时应使用干燥空气。

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

## TE 77/800C 高温加热器:

TE 77 的加热试样夹具和压电力传感器固定在一个共同的基座上。为了实现高温，该基座被 TE 77/800C 专用基座组件取代。该组件的关键部件均由耐热镍铬合金制造，并且挠性梁和压电陶瓷力传感器由热障进行保护，从而避免温度对测量结果的影响。

"C"型耐热镍铬合金夹具代替了原来的标准往复试样夹具，试样得以深入套罩内部。密封舱外的滚动轴承则用于传递载荷的施加。

标准试样可以安装在标准的油池内，进行干摩擦或有润滑条件下的摩擦测试，最高温度可达 600°C；若将试样置于专门的载样平台上，则可进行无润滑的测试。另外，还配置了一个不锈钢隔热罩，用以减少高温下由于辐射和对流造成的热量损失。

作为改进型可选附件，这套组件包括加四个 200W 加热器，一个加热块以及固定在同一个分离式底座上的挠性梁和压电陶瓷力传感器。四个加热器可以连接在一个连接器上作为标准加热器使用，即使移除某个或某几个加热器，他们仍可根据试验需要，用于加热。

## TE 77/PUMP 蠕动泵和滴油润滑系统:

TE 77/PUMP 采用一个调速蠕动泵作为滴油润滑系统。这个系统的优点是，自吸式泵可安全空运行，流体不经受高剪切率，在泵和流体之间不存在交叉污染。另外，变换管子内径，可以得到较宽的流速范围。若管子尺寸单一，泵的匝数比为 110:1。

包装内包括在蠕动泵控制器、泵压头、三种尺寸的泵管和通用管配件。本组件还提供了同动试样夹具配合使用的配件，可使 PTFE 管子固定在夹具上，直接给接触区供油。

该可选组件用于添加剂的甄选和润滑油的开发。它的主要优点是，在试验过程中可为接触区提供新鲜的润滑剂。在试样遭遇加速氧化和加速蒸发的温度时，这个功能显得尤为重要。

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

## 可选测试适配件:

### TE 77/PIEZO 微动测试适配件:

该适配件用压电执行器驱动系统代替了标准的往复驱动组件，可使微动冲程在 10 到 100 微米内变化，频率最高可达 100Hz，并且冲程中点位置和振幅（+/-0.2 微米）受控。这套系统包括高的预加载压电栈、伺服放大器和信号发生器、电容式位移传感器、250 kHz 16 位 16 通道多功能 ADC(若 TE 77/HSD 已安装，则不再需要)和固定在动试样上的 C 型挠梁。力-位移曲线的绘图功能，是由摩擦力信号和位移信号的同步数据采集功能实现的。

### TE 77/PD 球盘测试配件:

TE 77/PD 球盘测试配件可取代标准往复头，使用试验机的马达驱动和自动加载系统施加载荷，方便进行球盘试验。

### TE 77/EP 能量脉冲滑/滚配件:

TE 77/EP 能量脉冲适配组件可将滑动接触转换为滑/滚接触。与纯滑动情况下(能量脉冲连续)的能量耗散相比，交变能量输入到接触区有助于磨损，润滑接触可以更能经得起较高水平的能量耗散。能源脉冲是磨损能量强度和接触时间的综合结果。滑滚试验可以非常接近的模拟实际工况下的接触(如凸轮/从动件和啮合齿轮的接触状况)提供。

能量脉冲适配件采用的是标准的 15mm 冲程凸轮驱动和加载系统。这个组件装在一个基座上，可以与 TE 77 的加热试样夹具和压电力传感基座互换。TE 77/EP 测试用滚轮固定在蜗杆齿轮箱的输出轴上，运转在加热的润滑剂槽内。用电加热器给润滑剂槽加热，温度由热电偶控制，最高可加热到 100°C。加热槽置于挠性梁上，压电力传感器可测量接触区的水平切向力。

蜗杆齿轮箱的减速比为 2:1，输入轴经同步皮带(驱动比 2:1)与 TE 77 的电机输出轴相连。因此，滚轮的滚动与上盘的往复式同步的，并且驱动不会与标准的加载机构形成干涉。上盘试样固定在一个往复式驱动器的转动轴上。这样就保证了上盘和滚轮在接触宽度上可以获得同样的载荷分布。给往复臂加载采用的方

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

法比较常见，即滚针凸轮随动件挤压加载轭下侧盘。若要改变滑滚比，调整往复臂的行程即可。

## TE 77/LLA 静载低压力适配件:

相当多的测试中，要求的压力处于的水平。这些测试针对对涂层和软性层，也包括对流体润滑特性以及对标准 ISO/DIS 12156-2 中的燃料润滑性的评价。标准价在系统的标度为 5N。尽管可分辨的摩擦力在载荷为 2N 的水平，但该配件确实可使载荷降到 0.1 牛的水平上。低载荷配件可将载荷施加到作为动试样的球（点接触）上。该配件使用平衡梁和推杆通过改型试样夹具的直线轴承运行。这样可以保证载荷在整个冲程内垂直于球。使用该配件时，冲程极限为 2mm。

## TE 77/TB ISO 测试油池

该配件与 TE 77/LLA 配合使用，用于“国际标燃料润滑性检测 (ISO Fuel Lubricity Test specimens) 试样”中所述样品的测试。

## TE 77/PLA 密封增压润滑测试适配件

该适配件密封加压条件下润滑剂性能的测试，除密封增压外，其他试验条件见标准 ASTM D 6079 “用往复高频往复试验机(HFRR)评价柴油燃料润滑性的标准测试方法”。该配件适用于挥发性流体及常温常压下不是流体物质的润滑性能测试。

## TE 77/MW 活塞环/凹槽微焊合测试配件:

活塞环/槽工作时，经常发生磨损、擦伤、微焊合，甚至卡咬等问题。TE 77/MW 配件可用于模拟此类摩擦副的实际接触工况。该配件采用了标准 TE 77 的驱动马达和控制系统。工作时，关闭往复测试系统的功能，拆除了往复驱动机构，取而代之的是冲程为 3mm 的轴向凸轮驱动机构，这使得环试样托架可垂直往复。环试样托架上面是活塞试样托架，它被弹簧束缚在两根直线轴上。环试样冲击活塞试样时，压缩弹簧将载荷施加于接触界面上。预设弹簧压缩量，可以可调载荷峰值。活塞试样托架通过同步皮带和两个齿轮箱与电机驱动轴相连。活

# PLINT TE 77 高频摩擦试验机

塞试样可以在 $\pm 90^\circ$  内旋转，轴的转速为 1,200 rpm (20 Hz)时，活塞试样的转速为 10 rpm。从而，试样同时经受着冲击和相对旋转运动带来的摩擦。

两个试样托均带有加热器，并且温度可测可控（热电偶，PID 控制器）。环试样下部，有一个油池。可通过滑油滴注到摩擦副的接触区，也可润滑油雾喷送至接触区。不过，本公司不提供注油或油的雾化设备。

## TE 77/SRV SRV 测试配件:

标准 SRV 试验的配件如下: TE 77/SRVF 定试样油池, TE 77/SRVB 试样球的往复夹头, TE 77/SRVC 柱试样的往复夹头。

## 可选附件导引:

下表列出了各式各式样的附件和适配件:

TE 77/WEAR:	用于带在线磨损测量的干摩擦或与有润滑的测试 带标准试样油池和加热块 替代标准试样夹头和油池
TE 77/HSD:	即时记录摩擦力、接触电阻信号数据
TE 77/LVDT:	反馈定试样的位置
TE 77/HSD+TE 77/GB/20	Stribeck 曲线（低速滑动）试验和粘滑试验 与标准试样夹头和油池配合使用
TE 77/HSD+TE 77/GB/100	Stribeck 曲线（低速滑动）试验和粘滑试验 与标准试样夹头和油池配合使用
TE 77/HR:	用于活塞环汽缸套的测试，认为活塞环和缸套的温度是不同的 替代标准试样夹头
TE 77/INERT:	主要用于干摩擦测试，气氛可控 带标准试样夹头，油池和 TE 77/PELTIER
TE 77/COOLER:	用于低温测试 替代标准加热板，最好配合 TE 77/INERT 使用

TE 77/800C:	用于干摩擦或与有润滑的测试 替代标准试样油池和加热块
TE 77/PUMP:	用于控制润滑剂的加注 与标准试样组件配合使用
TE 77/PIEZO:	用于微动测试，冲程连续可变 代替标准试样头和往复式驱动组件
TE 77/PD:	用于将往复式滑动转换为球盘测试模式 替代标准试样夹头，试样油池和加热块
TE 77/EP:	用于综合滑滚的有润滑测试，润滑剂卷吸 可变， 替代标准试样夹头，试样油池和加热块
TE 77/LLA + TE 77/TB:	用于测试柴油燃料润滑性  替代标准往复试样夹头，最好配合 TE 77/CAM/1 使用
TE 77/PLA	用于加压密封润滑测试
TE 77/MW:	用于活塞环/凹槽界面 R 替代标准试样夹头，试样油池和加热块
TE 77/SRVF+B+C:	用于测试标准 Optimol SRV 试验用 尺寸的 试样 替代标准试样夹头和油池

### **TE 77/CAL 校准载荷和摩擦力的成套工具:**

TE 77 中，正压力和摩擦力的校准非常重要。TE 77/CAL 提供可加载 1,000 N 到旋转横梁的加载系统，提供用于标定与试样油池相切方向上切向力的滑轮、绳子和砝码。