

超越系列热分析仪器



TMA/SDTA 2+

STAR® 系统

创新科技

多功能模块

瑞士品质



热机械分析 满足各类要求

METTLER TOLEDO

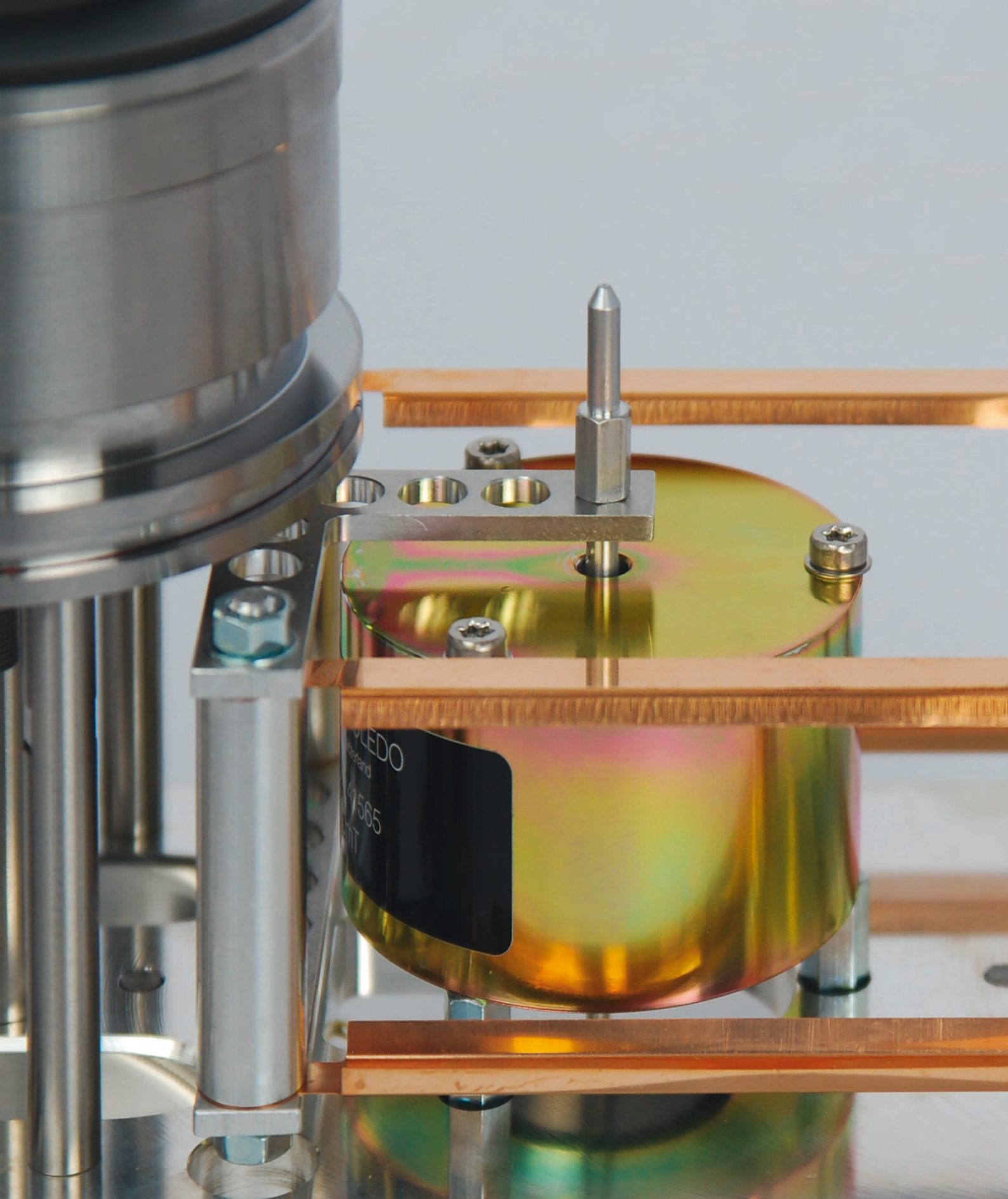
出色的测量性能 基于瑞士精密机械设计

TMA用于测量材料随温度变化发生的尺寸变化。材料受热膨胀和热效应如软化、结晶和固-固转变可以反映出材料的性能变化，为材料的潜在应用提供重要信息。通过改变材料所受的力可以研究材料的粘弹行为。

梅特勒托利多TMA/SDTA 2+的特点与优势：

- 宽广的温度范围 — 从-150 °C至1600 °C
- SDTA — 可在测量尺寸变化的同时，同步测量热效应
- OneClick™ — 一键操作功能实现高效的样品测量
- 纳米级分辨率 — 可测量非常微小的形变
- 动态载荷TMA (DLTMA模式) — 测量微弱的变化和粘弹性
- 宽广的尺寸测试范围 — 大小样品均可适配
- 模块化设计 — 可在未来实现新功能的拓展以满足新需求
- 联用技术 — 与MS、GC-MS、Micro GC/MS或者FTIR联用，进行逸出气体分析(EGA)
- 具有20个位自动进样器 — 突破产能和效率的新极限





TMA/SDTA 2+由瑞士精密机械加工技术组装而成, 有四种规格的炉体可供选择, 温度测量范围涵盖-150 °C到1600 °C。

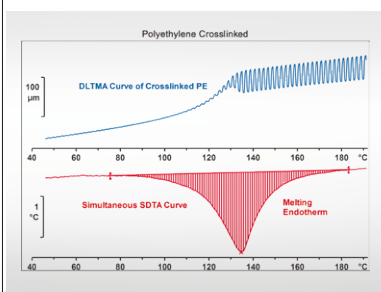
► www.mt.com/ta-tma

SDTA传感器

优异的温度准确度

TMA/SDTA 2+ 是一款可以在所有操作模式下都可做到直接测量样品温度的仪器，并且可以使用参比物质(例如纯金属的熔点)进行温度校正。

SDTA传感器



SDTA信号是测得的样品温度和参比温度的差值(该参比温度是经专利US Patent 6146013模型修正过的)。这就意味着除了长度变化之外，仪器还能同步测得SDTA信号。在许多案例中，SDTA信号有助于对测得曲线进行解释。

DLTMA



DLTMA模式可用于研究样品的粘弹性行为。在所谓的动态载荷TMA(或DLTMA)模式下，对样品施加的作用力会周期性变化。此模式对于因样品的热效应(例如：玻璃化转变、固化与熔融)造成的杨氏模量变化非常敏感。

OneClick™



OneClick一键操作功能是您能够轻松和省时的启动预先定义的方法。



梅特勒-托利多TMA拥有两对热电偶：其中一对测量炉体温度且控制程序温度，另外一对则贴近样品，用于测试样品温度。

► www.mt.com/ta-calibration

快速获取结果 创新的解决方案

样品测试区域宜于更换样品支架和探头，且更换过程简易方便。内嵌卡槽设计使得样品支架只能安置于唯一位置，可避免失误操作。探头通过磁铁牢固的吸附在位移传感器(LVDT)上，并且更换简易。不同的样品支架和探头用于不同的测量模式，更有利于为不同的应用选择理想的测量模式。

高精度测量探头



测试探头和样品支架体现瑞士精工品质。我们提供如下规格石英玻璃探头和样品支架：

- 适用于0-10mm样品支架
- 适用于10-20mm样品支架

专利技术的样品载具



为了确保自动化过程中测量的准确性和一致性，使用的样品载具由钢和石英制成，温度最高可达1100° C，或陶瓷制成，温度最高可达1600° C的应用。

应用范围：

- 膨胀、
- 爆板分层、
- 发泡、
- 烧结、
- 吸附、
- 针刺

TMA 吸附系统



TMA吸附系统可用于在规定的温度和相对湿度(RH)条件下进行材料分析。仪器独特的接口可以与湿度发生器连接。



创新的自动进样器释放了TMA/SDTA 2+的真正潜力。令人难以置信的多功能和强大的方案，搭配20个进样位，覆盖广泛的应用。

无可匹配的多功能组合 适合各种当前需求和未来升级需求

TMA/SDTA 2+具有四种不同温度测量范围的配置，选用合适的配置可以满足所有可能的需求。制冷设备包括机械制冷和液氮制冷，达到零度以下的样品测试。高温配置可以从室温至最高1600 °C，适用于测量金属和陶瓷样品。

IC/600



机械制冷可实现从-90 °C至600 °C的测试温度范围进行样品测试。

LN/600



液氮制冷可实现从-150 °C至600 °C的测试温度范围。

LF/1100与HT/1600



TMA的标准配置可测量室温至1100 °C的温度范围。高温配置可测量室温至1600 °C的温度范围。



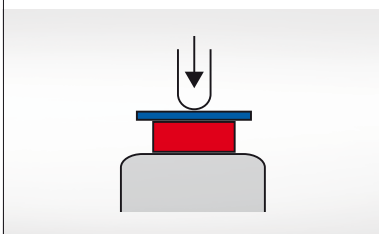
TMA/SDTA 2+ HT/1600采用瑞士精密陶瓷支架和探头, 经过优化, 可在室温至1600 °C的温度范围内进行准确的测量。

样品支架

简易、新颖且节省时间

TMA/SDTA 2+提供适用于不同形变模式的所有附件,可以根据不同样品的特点去选择理想的模式。

膨胀模式

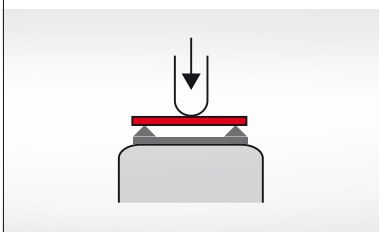


TMA常用的测量模式。测试基于温度的膨胀系数,测试时探头施加一个非常小的力于样品上。

压缩模式

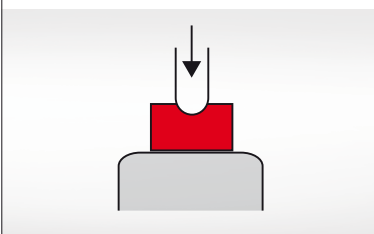
在此模式下,样品会受到较大的力。

3点弯曲模式



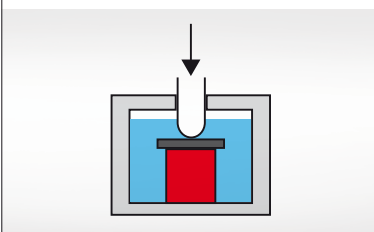
该模式非常适合研究刚性样品的粘弹性,例如纤维增强聚合物。主要使用DLTMA模式测量。

针入模式



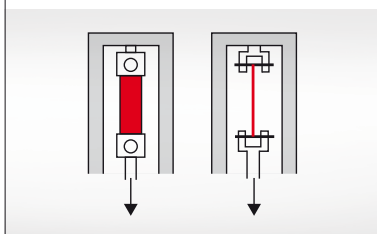
使用针入模式进行测量是为了确定样品的软化点。通常使用球形探头或针形探头进行测量。

溶胀



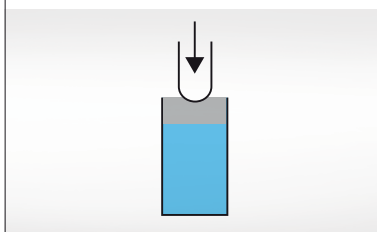
许多样品在接触液体时会产生溶胀。通过溶胀套件可以测定样品在溶胀时发生的体积或长度变化。

拉伸模式



纤维及薄膜配件可用于进行拉伸模式的测量。这使您可以确定由于收缩或膨胀引起的长度变化。

体积膨胀(液体)



正如固体一样,液体也会膨胀。使用相应配件可让您测量液体的体积变化。



可轻松放入样品

放样区域宽阔无遮挡，方便放样和快速更换测试探头，内嵌卡槽的设计使得样品支架只能安装于唯一位置，以避免失误操作。

► www.mt.com/ta-sampleprep

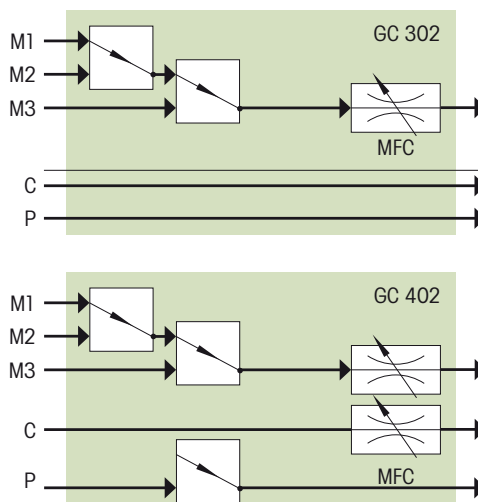
性能出色可靠 覆盖宽广的测量范围

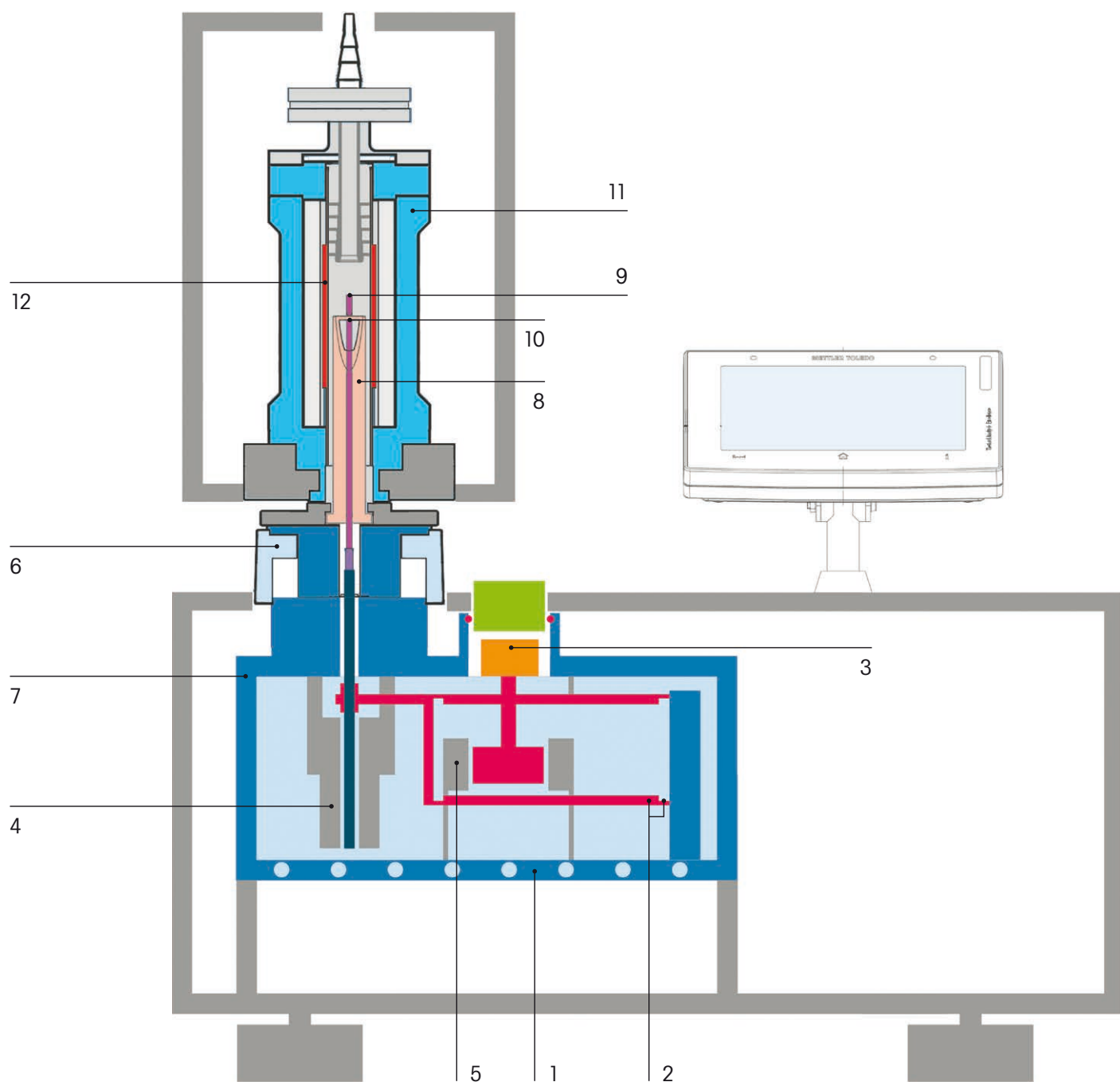
样品支架类型	IC/600	LN/600	LF/1100	HT/1600
0-10mm样品支架 石英玻璃	K型/标配		R型/标配	R型/选配
10-20mm样品支架 石英玻璃	K型/选配		R型/选配	
纤维拉伸套件-单钩 石英玻璃	K型/选配		R型/选配	
薄膜拉伸套件-双钩 石英玻璃	K型/选配		R型/选配	
0-10mm样品支架 氧化铝	—		选配	R型/标配

测量探头	IC/600	LN/600	LF/1100	HT/1600
测量探头3mm圆点 石英玻璃	标配			选配
测量探头3mm圆点 氧化铝	—		选配	标配
测量探头3mm平头 石英玻璃	选配(最高使用温度1100 °C)			
测量探头1.1mm平头 石英玻璃	选配(最高使用温度1100 °C)			
测量探头 锥形头 刀口状	选配(最高使用温度1100 °C)			
3点弯曲套件	选配(最高使用温度1100 °C)			
溶胀套件	选配(最高使用温度1100 °C)			
体积膨胀套件	选配(最高使用温度1100 °C)			

可设定气体流量、类型和切换节点来设定炉体气氛

可使用设定的气氛对炉体进行吹扫。此过程由软件控制，可简单实现在惰性气氛与活性气氛之间的切换。标准气体控制器可升级为GC 302或GC 402，以增强功能及对气体实现全自动控制。





- 按键**
- | | |
|----------------|-------------|
| 1. 水浴夹套 | 7. 恒温测试单元 |
| 2. 全轴承的平行导向系统 | 8. 样品支架 |
| 3. 校准砝码 | 9. 测量探头 |
| 4. 位移传感器(LVDT) | 10. 样品温度传感器 |
| 5. 施力装置 | 11. 冷却水夹套 |
| 6. 高度调整阀 | 12. 炉体加热丝 |

基于享有盛名的梅特勒托利多天平技术，实现了仪器内非常准确的机械系统。得益于这一优势，测量探头可以在不受任何摩擦力影响的情况下顺畅地上下移动。因此，施加的力非常准确。

热机械分析

广泛的应用领域

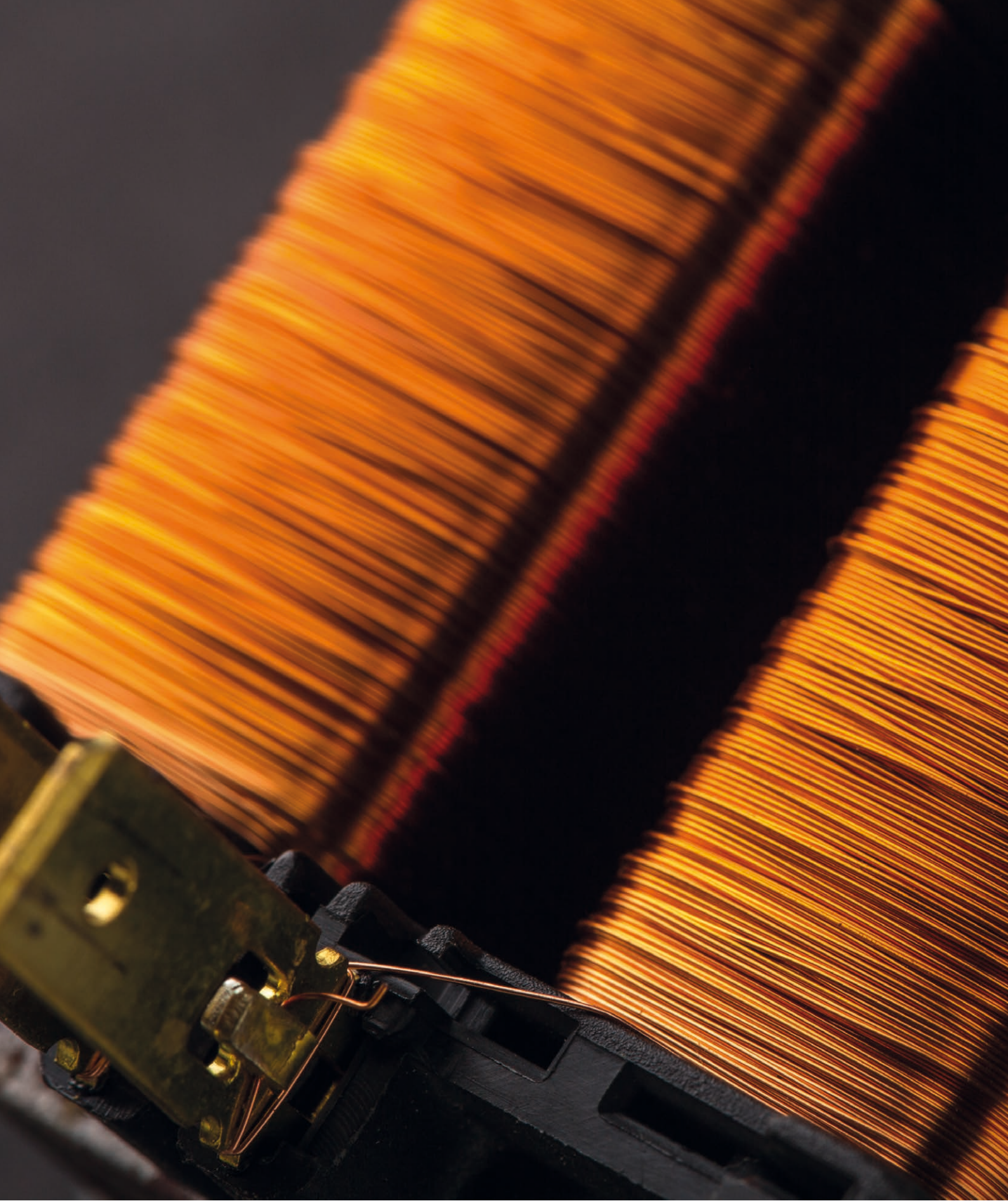
TMA/SDTA 2+ 可在宽广的温度范围内进行测量，并且拥有在压缩和拉伸模式下多样的力值参数选择，应用领域很广泛。因此，TMA/SDTA 2+ 能够快速表征多种形态样品的物性，如非常薄的涂层、高的柱状样品、细纤维、薄膜、块状样品、软或者硬的聚合物和单晶物质。

TMA是DSC的理想补充。除了可以提供样品的膨胀系数外，TMA还能够测定DSC无法灵敏检测出的玻璃化转变，比如对于高纤维添加量的材料而言DSC就很难测出玻璃化转变。针入模式可用来测试特殊样品的玻璃化转变，比如对非常薄的涂层。

可用TMA/SDTA 2+系统表征的效应与特性

- | | |
|---------------|-------------|
| • 粘弹性行为(杨氏模量) | • 凝胶化 |
| • 玻璃化转变 | • 相变 |
| • 膨胀系数 | • 固化与交联反应 |
| • 纤维与薄膜的膨胀和收缩 | • 蠕变行为 |
| • 软化 | • 体积膨胀(液体) |
| • 粘性流动 | • 药品与食品的热效应 |
| • 熔融与结晶 | |

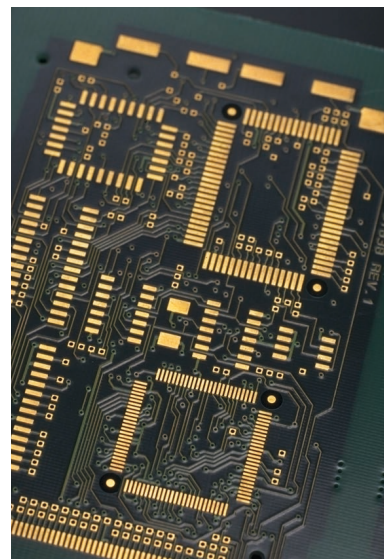
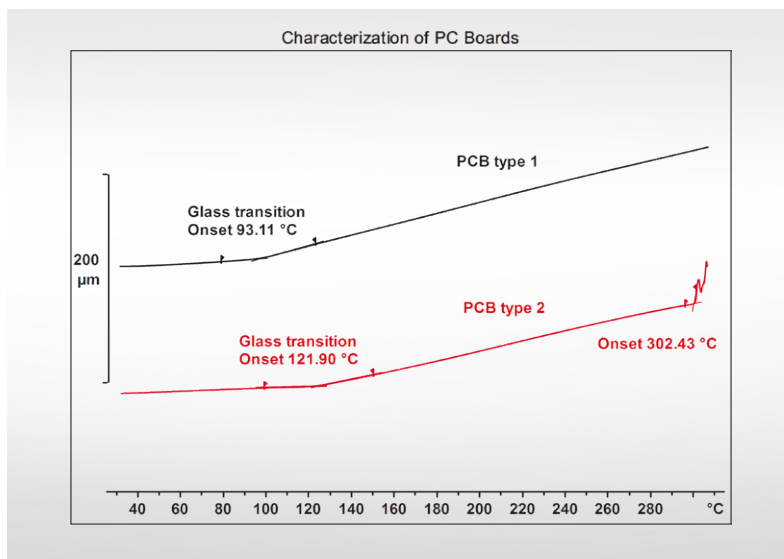




热机械分析仪(TMA)用于测量材料随温度变化而变化的尺寸。TMA可以测定膨胀系数与软化温度, 以及测量其他热分析技术通常无法检测到的松弛效应。

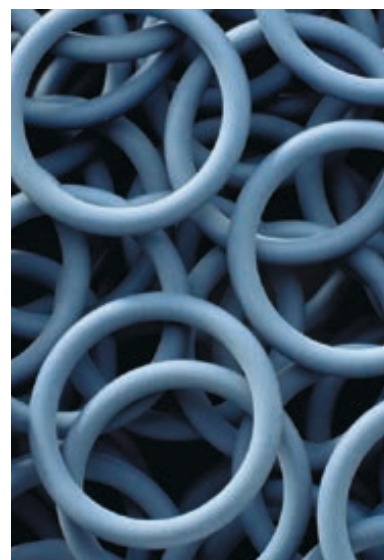
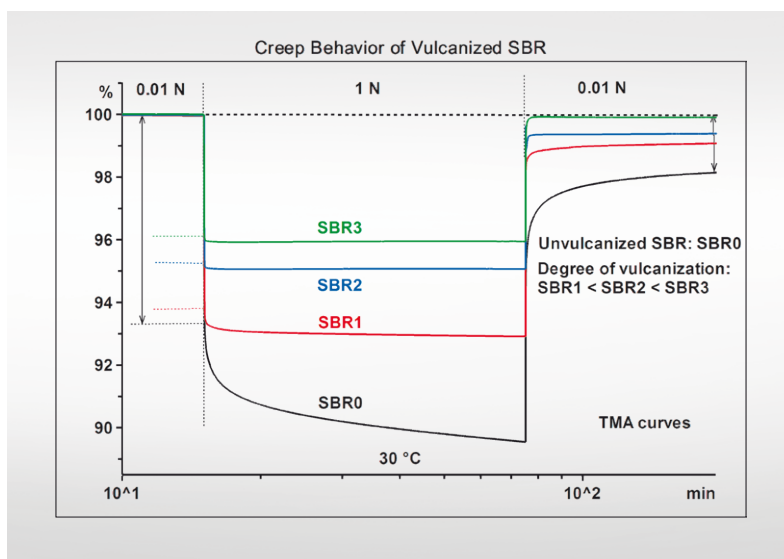
► www.mt.com/ta-applications

PCB/CCL的爆板时间



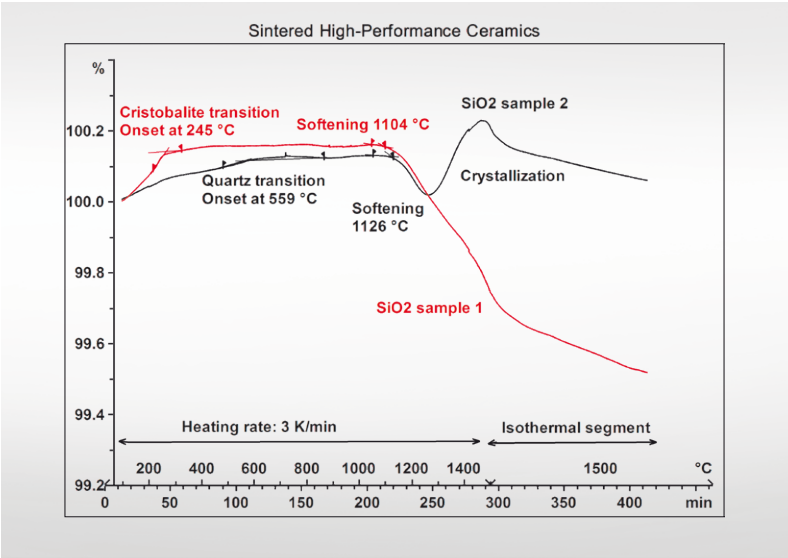
印刷电路板(PCB)是一种层压板, 由嵌入在热固性树脂基体中的多层玻璃纤维组成。PCB的重要特性是其玻璃化转变温度(T_g)与温度稳定性。下图显示了两种不同PCB的TMA曲线。曲线在93 °C和122 °C时的斜率变化对应于PCB的 T_g 。树脂基体的分解伴随着气体的溢出。这会迫使各层分开(爆板), 并导致TMA曲线出现尖峰。曲线显示PCB1比PCB2更稳定。

弹性体的蠕变行为(TMA模式)



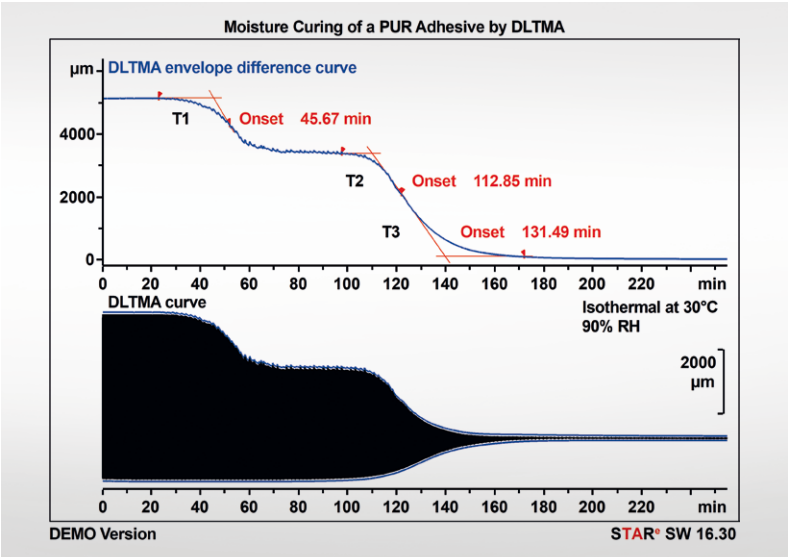
蠕变与恢复行为是密封圈重要的特性。蠕变包含可以恢复的粘性松弛与不可恢复的粘性流动部分。该应用中, 研究的几个硫化度不同的丁苯橡胶(SBR)样品。未硫化的SBR有最大的弹性形变(左箭头区)与最大的不可逆形变(右箭头区)。随着硫化度增加, 弹性形变与粘性流动均减小。好的密封圈应该不存在粘性流动。

高性能陶瓷的烧结



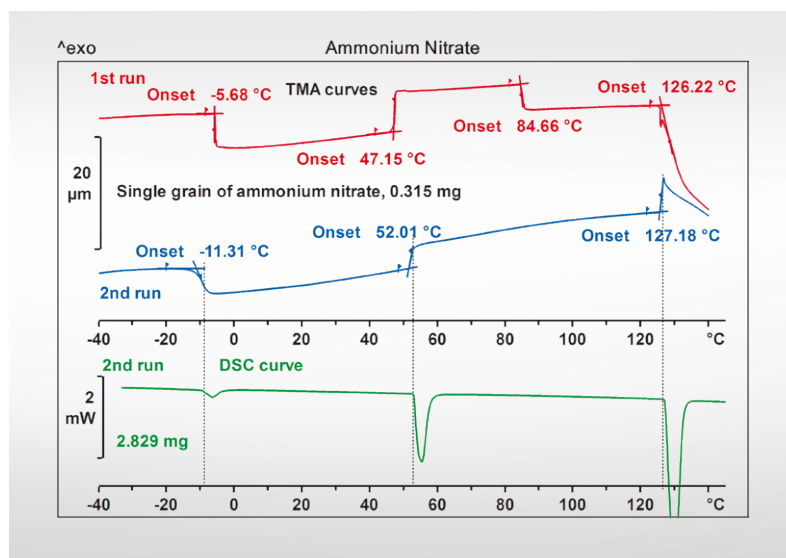
高性能陶瓷具有高温稳定性。这里显示的是对两种烧结SiO₂样品的测量结果—其中样品1是传统的SiO₂，样品2是高性能SiO₂。在245 °C时可以清楚地看到样品1的方石英转变。这种情况发生得很快，通常会导致材料出现裂纹。样品2在较高温度下发生的相转变过程较慢，形成裂纹的风险较小。样品2还含有结晶核；结晶从大约1200 °C开始发生。这些特性决定样品2是一种高性能陶瓷。

湿固化



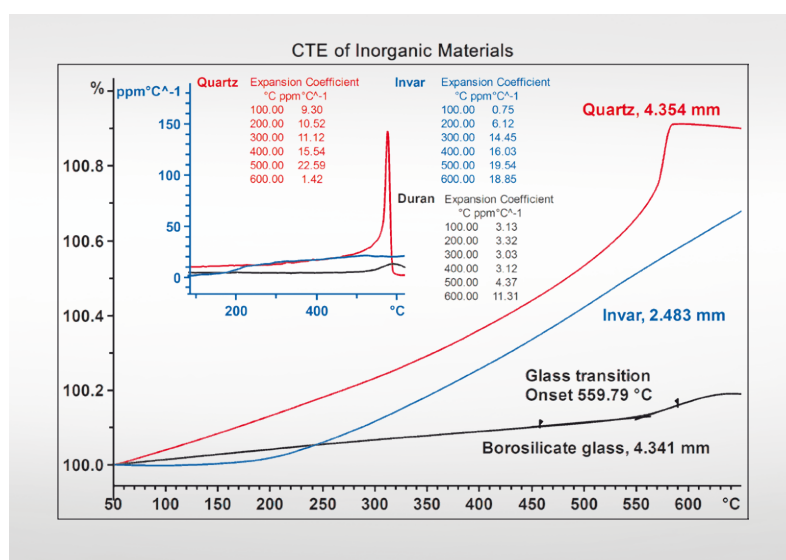
将TMA湿度配件与动态载荷TMA (DLTMA)结合使用，可测量湿固化反应行为。样品在30 °C的等温条件下保持90%相对湿度，将振荡力设为10 mN。当固化发生时，样品的粘度会增加，直至达到完全固化(大约200分钟后)。DLTMA曲线的上包络线具有两个不同的固化步骤，分别在时间T1和T2开始，然后会达到完全固化。下包络线在时间T3处只有一个明显的起始点。

通过TMA与DSC进行样品的固-固相转变测试



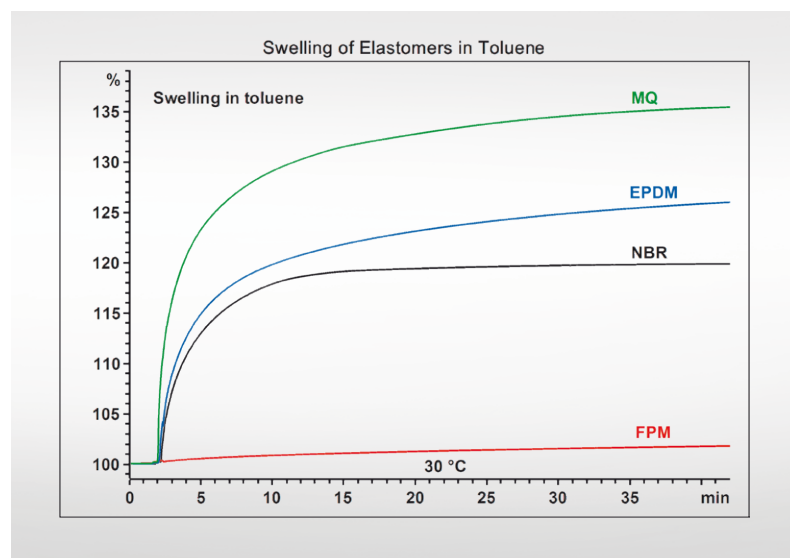
固-固相转变通常伴随着体积变化。像这样的转变在TMA曲线中以阶梯的形式出现。此处通过测量硝酸铵来证明这一点，硝酸铵是一种常用于化肥与炸药的物质。曲线表明，结构变化发生地非常迅速。转变温度取决于与其所受热历史而产生的样品内应力。这解释了为什么在一次升温 and 二次升温时测量得到的曲线会有所不同。附上DSC曲线(二次升温)进行比较。

CTE 测定



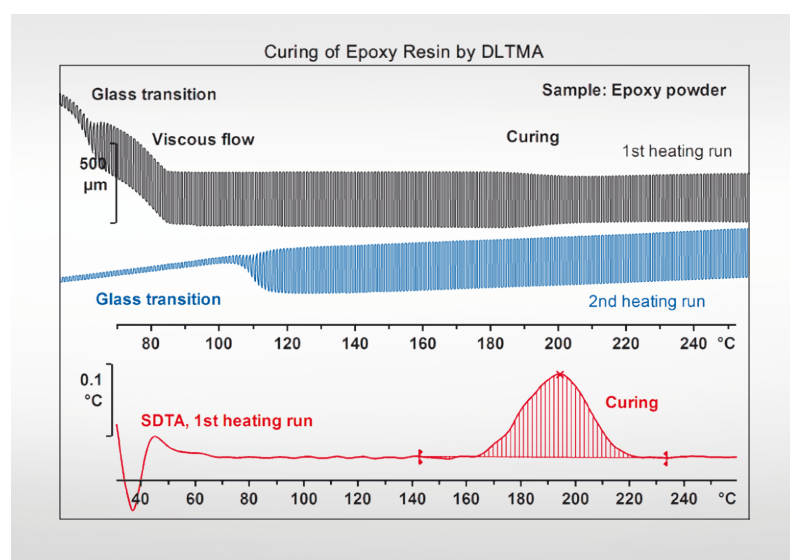
热膨胀系数(CTE)可以用TMA进行测试。图中是三种不同材料的膨胀曲线和产生的膨胀系数。硼硅玻璃在玻璃态下CTE是3.3 ppm/K, 550 °C左右出现玻璃化转变。因瓦合金是一种铁镍合金, 在150 °C以下的温度范围几乎不发生膨胀。结晶 α -石英的膨胀系数随温度增加不断增加。在575 °C时发生向 β 石英的固-固相转变, 继续升温, 样品开始收缩。

弹性体的溶胀



溶胀行为对于用于溶剂中的密封圈有非常重要的意义。装备特殊溶胀配件的TMA/SDTA 2+可以测量材料溶胀行为。应用中曲线是30 °C置于甲苯溶剂四种不同的弹性体的溶胀曲线。氟橡胶(FPM)在一个方向仅溶胀了2%。FPM显然不溶于甲苯,可以用于跟甲苯接触时的密封材料。其他三种溶胀要大得多,如在35分钟内在一个方向溶胀超过了35%的硅橡胶(MQ)。

通过DLTMA模式测试环氧树脂的固化



通过DLTMA模式测量预固化的环氧树脂。在玻璃态下,树脂较硬,使用交变载荷时的位移振幅很小。振幅在发生玻璃化转变时增加。在此之后,树脂变为流体状并开始流动;振幅保持恒定,但在大约190 °C时由于树脂的固化而减小。还可以通过同时测量得到的SDTA曲线中的放热峰来研究固化过程。在DLTMA二次升温的加热阶段,可以观察到完全固化样品的玻璃化转变温度约为110 °C。

简单、直观的操作 直接、高效且安全

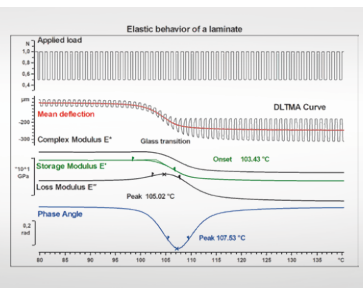
STAR[®]软件经过扩展，包含了新的功能，可帮助您针对特定实验使用 TMA/SDTA 2+仪器，开发高级分析方法并执行灵活的结果评估。复杂的测量程序也可在数分钟内完成设置，大量的可用工具助您准确、高效地评估曲线。

STAR[®] 数据库



所有记录均存储并链接到安全、受保护的数据存档中，可保护原始数据免遭意外删除或修改。可按样品名称、日期、时间、用户、项目名称、使用的仪器等条件对数据库进行筛选。

DLTMA



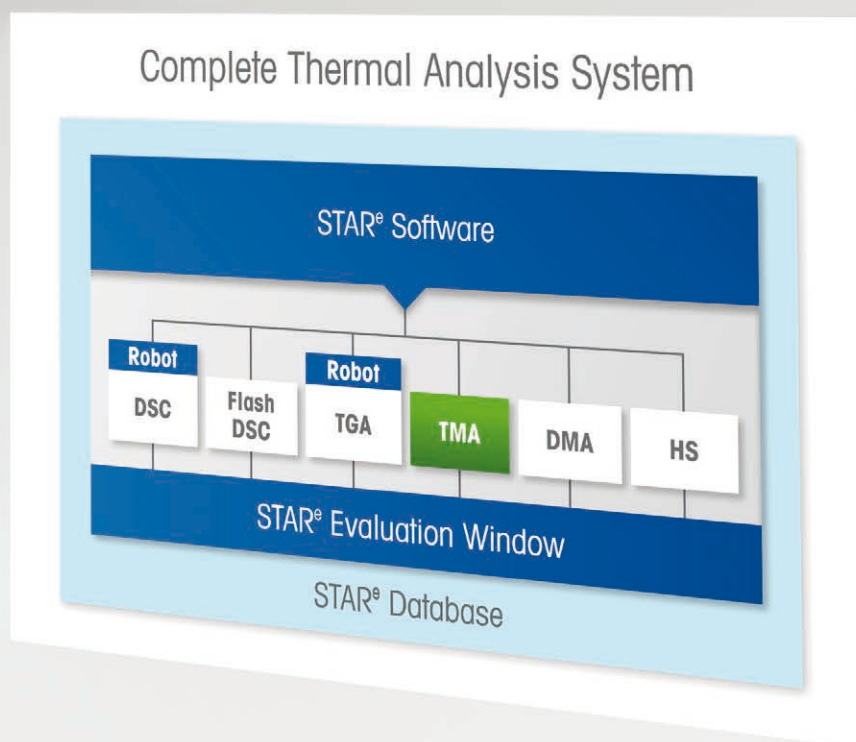
功能强大的STAR[®] 软件可用于评估动态载荷TMA (DLTMA)测得的曲线。通过出色的灵敏度来测量粘弹性(模量)的详细信息。

CTE — 膨胀测量法



TMA常见的用途是测定热膨胀系数(CTE)。STAR[®]具有许多不同的功能来计算和分析CTE，从而提供符合您要求的结果。

Complete Thermal Analysis System



完整的热分析系统由六种基础的、可互相补充的测量技术组成，每种技术都能快速得到准确的结果。可以通过多种联用技术获得更多信息。

► www.mt.com/ta-software

专业的服务与支持 提供值得您信赖的结果

梅特勒托利多的服务产品组合旨在确保热分析系统持续运行的高性能和可靠性。经过瑞士培训，我们世界各地的团队将为您带来高水平售后支持：专业技术和应用技巧，同时还会用我们丰富的经验针对您的需求优化服务。

大型概览和应用操作视频库



通过我们的视频库以及600多种应用提高生产效率。

视频

► www.mt.com/ta-videos

手册

► www.mt.com/ta-handbooks

应用

► www.mt.com/ta-applications

综合培训课程



我们提供有效的课堂培训课程。

► www.mt.com/ta-training

如果您想自学，可以购买《教程工具包》，其中包括23个精心挑选的应用示例及其相应的测试物质。

► www.mt.com/ta-tutorial

注册参加在线培训课程

► www.mt.com/ta-etaining

每年出版两次的应用杂志



每年在热分析方面都会产生大量科研成果和研究发现。我们的UserCom杂志上会发表来自不同应用领域和行业的有趣案例。

► www.mt.com/ta-usercoms

热分析电子快讯

注册接收每季度提供的关于热分析前沿新闻，其中包括应用、直播、课程以及指导视频。

► www.mt.com/ta-knowledge



作为印刷版UserCom的补充材料，热分析电子快讯可帮助您实时了解即将举行的研讨会、会议、直播与在线课程，以及最近出版的手册、指南与视频。

► www.mt.com/ta-knowledge

TMA/SDTA 2+ 技术参数

温度数据	LF/1100	HT/1600	IC/600	LN/600
温度范围	室温...1100 °C	室温...1600 °C	-90 °C...600 °C	-150 °C...600 °C
温度准确度(室温到最高温度)	±0.25 °C	±0.5 °C	±0.25 °C	±0.25 °C
温度准确度(-70/-100 °C到室温)	-	-	±0.35 °C	±0.35 °C
温度准确度(-150到-100 °C)	-	-	-	±0.5 °C
温度重复性	±0.15 °C	±0.35 °C	±0.25 °C	±0.25 °C
加热(室温到最高温度)	8 min	22 min	<6 min	<6 min
加热(-70/-150到600 °C)	-	-	<7 min	<6 min
降温(最高温度到室温)	20 min	<40 min	13 min	<15 min
降温(室温到-70/-150 °C)	-	-	22 min	15 min

长度数据				
最大样品长度	20 mm			
测量范围	±5 mm			
分辨率	0.5 nm			
噪声(RMS)	5 nm			
重复性	±100 nm	±300/±500 nm (1100/1600 °C)	±100 nm	±50 nm

力值数据	
力值范围	-0.1...1.0N

DLTMA数据	
频率	0.01...1 Hz

SDTA™ (同步差热)				
SDTA 分辨率	0.005 °C			
SDTA 噪声(RMS)	0.01 °C	0.01 °C	0.02 °C	0.02 °C
SDTA 传感器类型	R型		K型	
SDTA 信号时间常数	33 s	33 s	38 s	38 s

数据采集	
采集速率	每秒最大10点

认证
IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-010
CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04 & -2-010
IEC61326-1 / EN61326-1 (class B)
IEC61326-1 / EN61326-1 (Industrial requirements)
FCC, Part 15, class A
AS/NZS CISPR 11, AS/NZS 61000.4.3
Conformity Mark: CE, CSA, C-Tick

www.mt.com/ta

访问网站, 了解更多信息

梅特勒 托利多
METTLER TOLEDO

地址: 上海市桂平路589号
邮编: 200233
传真: 021-64853351
地址: 江苏省常州市新北区太湖西路111号
邮编: 213125
传真: 0519-86641991
E-mail: ad@mt.com

梅特勒托利多始终致力于其产品功能的改进工作。
基于该原因, 产品的技术规格亦会受到更改。
如遇上述情况, 恕不另行通知。
30813239B Printed in P.R. China 2024/06

