

DMA 8000

动态热机械分析仪



多项独创设计
荣获创新大奖

介绍

DMA8000

快速索引：

- 无比灵活的自由旋转测试系统
- 仪器轻灵小巧，功能强大
- TMA 功能
- 卓越的制冷设计
- 完美的流体浴配件
- 附带湿度发生器的湿度控制测试
- 可视炉体观测窗口及视频文件
- 粉末和凝胶等样品的测试分析

动态热机械分析仪（DMA）被广泛用于材料的粘弹性研究，可获得材料的动态储能模量，损耗模量和损耗角正切（ $\tan \delta$ ）等指标。

DMA8000 主要是用来测量样品在一定条件温度、时间、频率、应力或应变、气氛和湿度等综合条件下的动态力学性能。

DMA8000用于研究材料在交变应力（或应变）作用下的应变（或应力）的响应、蠕变、应力松弛和热机械性能等测试。

DMA8000 是目前国际上最灵活方便、最高性价比的动态热机械分析仪

DMA8000的创新型设计、高效灵活的操作使之成

为材料研究开发和生产线质量控制的理想仪器。众多高效的附配件大大提高了本仪器的灵活性能。其创新性设计包括：自由旋转的测试头；全套的形变模式；可视炉体窗口设计可以监控和记录样品在测试过程中的变化，也可以进行紫外固化试验；精确的湿度控制设计；浸渍样品的流体浴设计等。同时，DMA8000具有灵巧型的仪器结构，可以很好的节省试验室空间。

DMA8000以其多项独创设计优势，2001年被评为100项研发创新大奖之一(R&D 100 Innovation Award)。

创新点

自由旋转的测试系统

DMA8000一个独创高效的特点就是仪器的测试头可自由旋转180度，从而在任何合适的方位进行装样测试，而不象常规的DMA仪器只具有单一固定的结构模式。DMA8000自由旋转的测试系统优点包括：

- 易于准备样品和装样；
- 更换样品和夹具很方便（通常少于2分钟）；
- 能以任何几何形状样品进行浸入方式测试；
- 可视的炉体窗口能够监控样品在测试过程中的变化。

形变模式	典型定位方式
三点弯曲	垂直向上
悬臂梁	水平方向
拉伸/压缩	垂直向上/向下
剪切	任意方向

DMA 设计和创新的 终极技术

轻质驱动设计和夹具系统

DMA8000 新颖轻质的测试系统是专利技术，仪器柔度低，不需要弹簧和气动轴承装置。这种优势设计

对试验室工作带来以下的优点：

- 由于驱动系统并非显著关联于测试，从而大大增强了仪器的测试表现；
- 不存在由于灰尘或者污物而造成仪器的损伤；
- 仪器不需要压缩空气，从而节省了压缩机及维修的费用；
- 轻质、坚固的钛驱动元件具有极高的灵敏度；
- 设计简洁、化学性能稳定、维护方便。

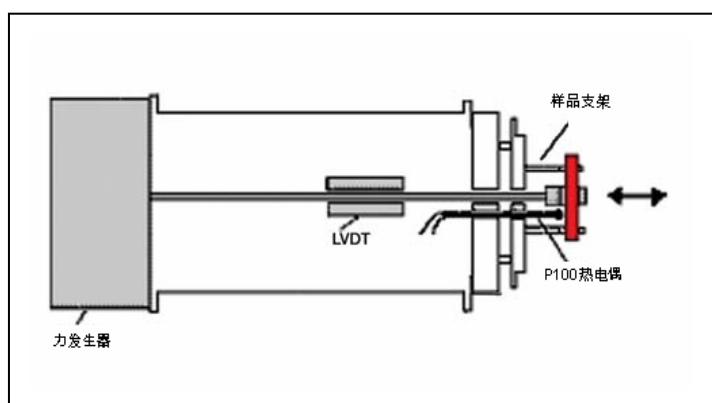


图 1 轻质驱动系统

无与伦比的制冷性能

低温测试在动态力学性能测试中是很重要的内容，如测试材料的次级转变。DMA8000 设计了超高效的制冷系统，不仅降温迅速而且节省液氮消耗，是目前仪器性能的领导者。

对于很多样品测试来说， β 和 γ 转变都在低温区。DMA8000 在非浸入液氮的制冷方式下最低温度可达 -190°C ，对于测试材料的 β 和 γ 转变非常适合。

DMA8000 具有极佳的制冷速度和制冷能力，其液氮的消耗量如下表：

起始温度	冷却时间（从室温）	液氮消耗量
-100°C	5 分钟	~0.3 升
-150°C	10 分钟	< 1 升
-190°C	15 分钟	~1 升

制冷方法一：1 升杜瓦瓶制冷装置

对于低温测试样品量不多的实验室来说，1 升容量的杜瓦罐是最简便的制冷方法。它可以快速灌输液氮，具有灵活便捷的特点。

制冷方法二：自动液氮制冷装置

更大容积的杜瓦罐可以罐装更多的液氮量，不需要重新灌输便可以完成多个实验，这对于长时间的 DMA 低温测试和多个测试实验来说是很方便的。DMA8000 所有的制冷系统都可附配自动液氮附件，用以全自动液氮制冷实验。

无比的灵活方便性

可测试各种不同的样品

测试粉末、凝胶和天然材料

DMA8000 专配的试料夹是制备样品的独特工具，可以轻松制备粉末状或其它难成型样品进行 DMA 测试，例如药品粉末，凝胶以及咖啡、茶叶、中药等天然材料。

这种试料夹可应用于难以成型的少量无定形材料或者自然形成的粉末状物质，特别对于易脆的、特薄的、粘性很强的样品来说试料夹是非常有用的。氰基丙烯酸盐粘合剂固化测试就是一个例子。



试料夹

试料夹的测试采用弯曲形变模式，选择频率-温度试验模式可以揭示材料的玻璃化转变温度 (T_g) 对频率的依赖性，而材料的熔融和化学降解等性能是与频率无关的。

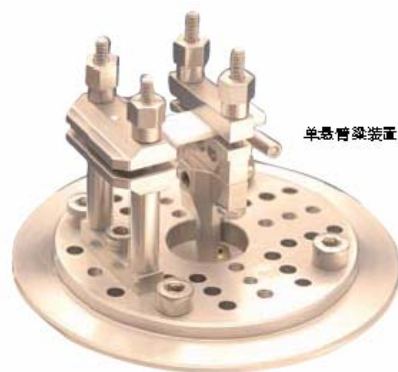


观测样品变化

DMA8000 标准炉具有石英窗口配置，窗口可以监控整个试验过程中样品和夹具系统的状况，同时可存储样品测试过程的视频文件，以便于结果处理时的辅助分析。

照射处理样品

石英视窗的炉体允许 DMA8000 作紫外或者可见光的固化测试或者其它研究。对于这种新颖的样品性能测试，剪切形变模式是非常适合的，也可以采用拉伸形变模式。使用 DMA 测试样品的光固化和光反应性能在目前其它 DMA 仪器上是难以实现的。



灵活性能

夹具选项

DMA8000 配置了六种常用的夹具用于多种形变模式测试，囊括了测试材料所需的所有类型。通常，根据待测样品的特性、尺寸以及用途等来选择适合的夹具。

单悬臂梁弯曲模式：对于大多数高聚物条状样品 T_g 前后的常规性能测试是非常适合的，也可选用试料夹测试粉末状或粘质样品。

双悬臂梁弯曲模式：特别适用于低硬度的样品，例如很小自由长度的特薄薄膜等。

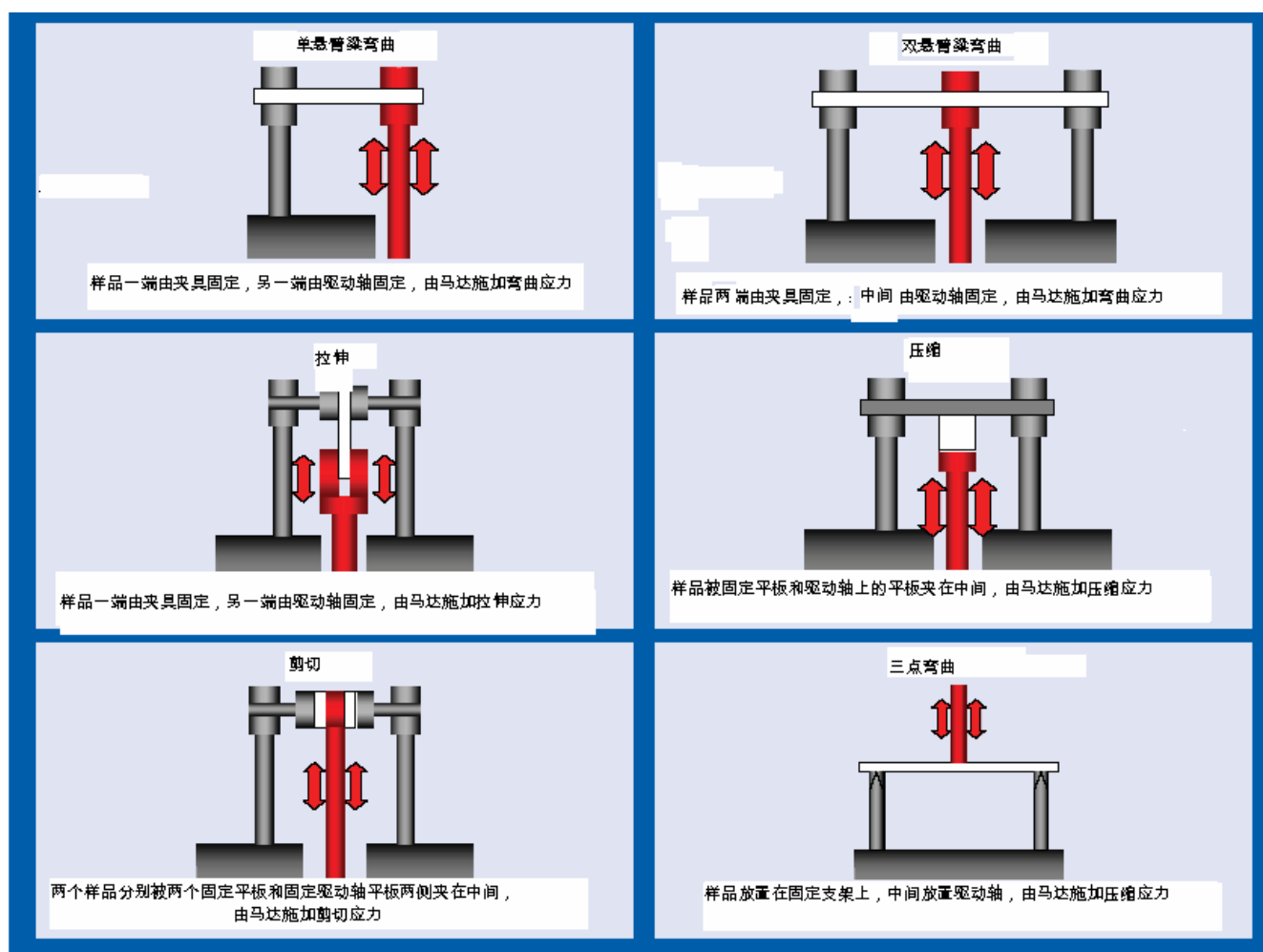
弯曲模式：常常用于测试薄膜、纤维或条状样品（在只施加静态力的条件下，可测条状样品的膨胀性能）等。

压缩模式：通常用于测试高聚物泡沫材料、凝胶

体或者天然材料，例如面包、肉块和糖果等。压缩模式也可以在恒定应力下进行 TMA 测试。

剪切模式：适用于测试低硬度材料，例如橡胶、压力感应粘合剂、沥青、焦油，或者测试固化性能如环氧树脂等。

三点弯曲模式：用于刚性材料模量的精确测试，例如复合材料、 T_g 以下的热塑性塑料、固化树脂等。这种模式简便易行，对于质量控制是非常有用的。



繁多的样品测试

一种简单的解决方案

恒定应力或应变(TMA)测试

除了动态性能测试之外，DMA8000 还能测试试样在“恒定应力（或应变）”条件下应变（或应力）随温度或时间的变化（TMA），可以应用于测试材料的膨胀系数，软化点等，在拉伸模式下测试强伸性能、收缩性能或应力松弛，可以提供很多 TMA 专用仪器等同的测试性能。DMA8000 集 DMA 和 TMA 功能于一身，具有极高的性价比。

- 采用内置加热器；
- 辅助循环器和制冷机的循环流体系统；
- 使用液氮作为浸入流体。

控制湿度的测试

湿度发生器及控制器是 DMA8000 功能强大的选配件，可以精确发生和控制样品测试环境的相对湿度，它提供了可在规定 RH 条件下测定动态力学性能的简便方法。



浸入式测试

流体浴测试环境是DMA8000 的一项重要设计，是将样品浸入流体中进行动态力学性能测试，所有的夹具模式都适用于浸入式测试。流体浴温度范围是室温到 150°C，另外，使用液氮作为浸入的流体环境，其最低温度可达-196 °C。流体浴温度控制方法有：



仪器控制

使用简便、功能强大的软件

DMA8000 的测试操作控制软件是基于Microsoft® Excel的软件系统，它提供了一系列的优势特点和灵活功能，包括：

- 测试过程中改编程序
- 全部参数选项和实时的曲线表格输出显示
- 数据随时更新

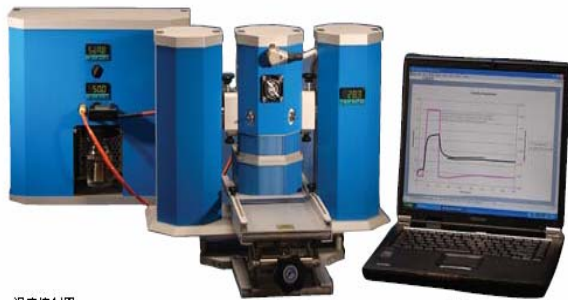
——突然电源中断也不会丢失数据

- 独创的反馈数据采集
- 方便的额外添加指令
- 参数设定时方便易行

——定制样品参数

——计算分析的总体演示

——图表向导



湿度控制器

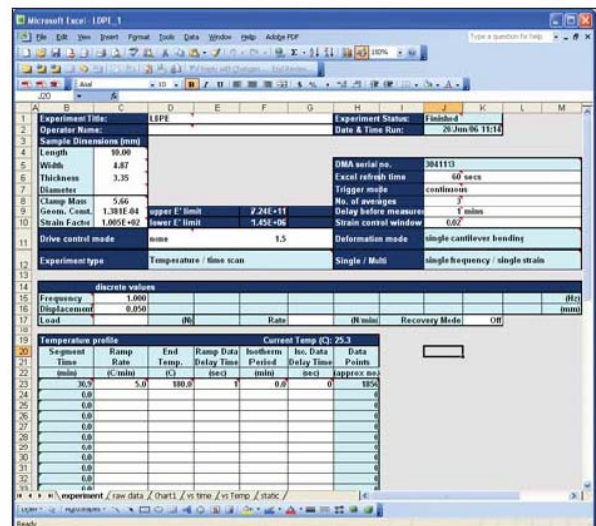
湿度控制器可以精确控制干燥空气和饱和湿气的混合比例。湿度传感器与样品相邻，实时监测和控制样品测试过程中的湿度。

优势特点包括：

- 独创的“样品定位”湿度反馈控制；
- 测试过程中可以改变湿度参数设定；
- 加热传输线防止湿气冷凝；
- 湿度扫描的 DMA 曲线。

湿度控制测试的应用：

- 湿度诱导相变过程的研究；
- 研究湿度敏感的材料，例如纸张，天然纤维和食品等；
- 研究湿度对溶胀、收缩和硬度的影响；
- 尼龙和聚氨酯等的增塑和玻璃化转变研究，揭示吸湿对其力学性能的影响。



DMA Software

胜任您的应用所需

PC 的热膨胀性能

DMA8000 可以采用“TMA”模式，方便的测得样品的膨胀系数。

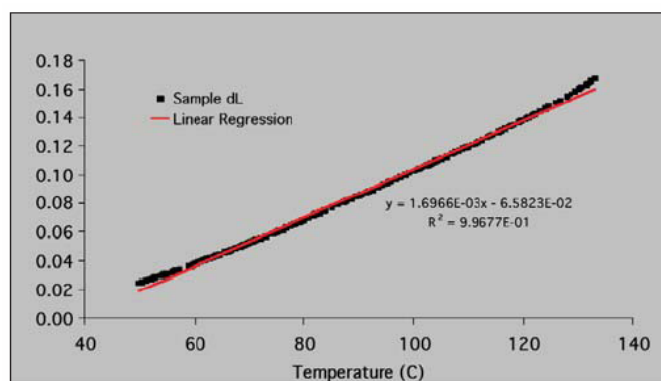


图2 PC样品位移随温度的变化曲线

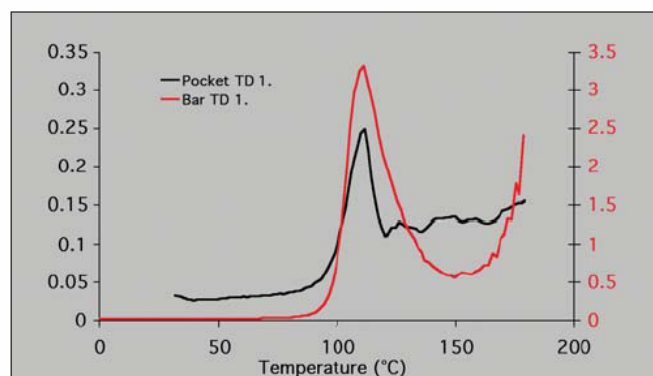
聚碳酸酯（PC）的TMA曲线如图2所示，采用拉伸形变模式。测试温度范围是从室温到 140°C，根据其线性回归方程得到该样品的膨胀系数为： $1.7 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$ 。



使用试料夹做粉末状材料的动态力学分析

聚苯乙烯

聚苯乙烯样品 DMA 曲线如图3所示，其中，红线是聚苯乙烯片状样品采用单悬臂梁形变模式测试的结果，黑线是聚苯乙烯颗粒状样品使用试料夹测试的结果，频率都是 1Hz。可以明显看出，两个样品具有相同的玻璃化转变（ $\tan\delta$ 峰表示）。试料夹测试的黑线的 $\tan\delta$ 峰值低一些，这是因为试料夹采用了更少质量的样品。这个实验表明，采用试料夹可以得到样品准确的松弛结果，试料夹本身的不锈钢材质对于测试结果是没有影响的。



聚苯乙烯的tangent delta曲线

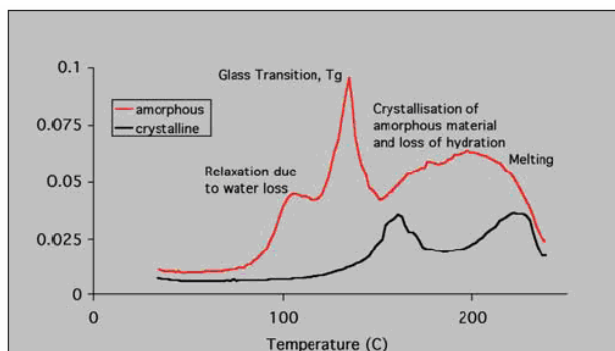


图4 乳糖的tanent delta曲线

乳糖

乳糖的DMA曲线如图 4 所示，红线是 100%无定形乳糖的tanδ曲线，黑线是 100%结晶乳糖的tanδ曲线。无定形乳糖比结晶乳糖更易于吸湿，从而在 100°C左右有一个转变峰对应于吸附水分的脱除。在无定形乳糖样品的图谱上，可以看到明显的玻璃化转变，然后是无定形材料的冷结晶。虽然在结晶样品上也有水分的转变峰，但继续升高温度，样品就直接开始熔融了。



树脂基 PCB（印刷电路板）的多频分析

PCB（印刷电路板）的DMA曲线如图 5 所示，采用三点弯曲变形模式，起始温度-150°C，程序升温速率为 3 °C/min。tanδ峰和储能模量的下降表征PCB的玻璃化转变，可以明显看出，玻璃化转变对频率具有依赖性。玻璃化转变前后的储能模量分别为 2.3×10^{10} 和 5.0×10^9 Pa。在不同频率下的DMA温度谱上用tanδ峰温确定玻璃化转变温度，它们在 142.6 °C和 151.8 °C之间，玻璃化转变温度随频率的增大的升高。

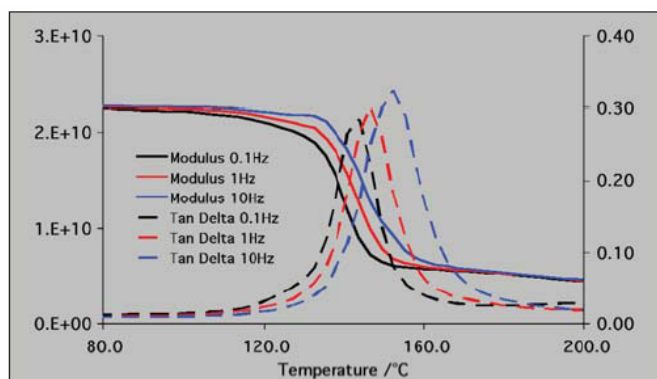


图5 玻璃化转变温度

DMA8000 性能指标

旋转测试头:	● 垂直向上 ● 垂直向下 ● 水平方向 		
--------	--	--	--

选配：				
流体浴：				
温度范围：	-196°C~150°C（依赖于使用的浸入液体） 可选配 K 型热电偶用来精确控制流体浴温度			
材料：	铝质（标准聚四氟乙烯涂层），可选配耐热玻璃材质的流体浴。			
湿度发生器：	5%~90%（25°C）			
湿度范围：	10%~80%（80°C）			
温度范围：	5°C~80°C 请注意低温测试时露点			
可视窗口：	400°C炉子的标准配置：石英材料 可选配侧向观测窗口或者光圈			
仪器重量：	15kg（33 lbs）			
仪器尺寸：	深 170mm×宽 475mm×高 340mm 深 6.7in×宽 18.7in×高 13.4in			
线路：	电源	85~264V AC, 600 uA		
	接口	1 个 USB 输入口		
	吹扫气体	4mm 吹扫气体入口		
	低温流体	6mm 输入端口		
符合：	低压指示	73/23/EEC	EN60950	1992
	EMC 指示	89/336/EEC	EN50081-1	1997
			EN50082-1	1998
	符合标志		CE	2000