

## DMA 测试 粉末聚酰亚胺

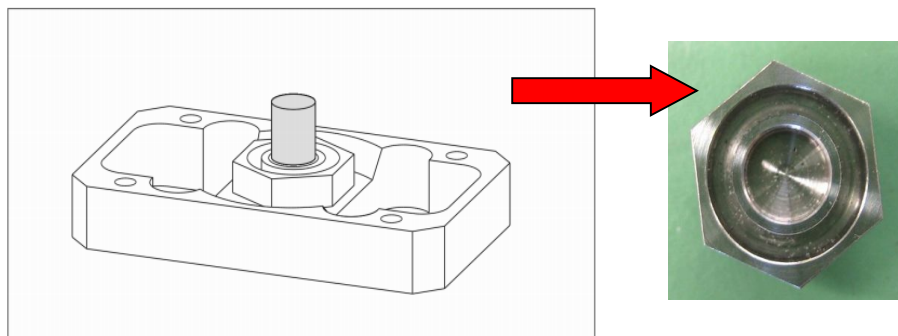
作者：张 红

耐驰科学仪器商贸（上海）有限公司

聚酰亚胺是分子结构含有酰亚胺基链节的芳杂环高分子化合物，英文名 **Polyimide**(简称 **PI**)，可分为均苯型 **PI**，可溶性 **PI**，聚酰胺-酰亚胺（**PAI**）和聚醚亚胺（**PEI**）四类。**PI** 是目前工程塑料中耐热性最好的品种之一，有的品种可长期承受 290℃ 高温短时间承受 490℃ 的高温，另外力学性能、耐疲劳性能、难燃性、尺寸稳定性、电性能都好，成型收缩率小，耐油、一般酸和有机溶剂，不耐碱，有优良的耐摩擦，磨损性能。聚酰亚胺作为一种特种工程材料，已广泛应用在航空、航天、微电子、纳米、液晶、分离膜、激光等领域。近来，各国都在将聚酰亚胺的研究、开发及利用列入 21 世纪最有希望的工程塑料之一。

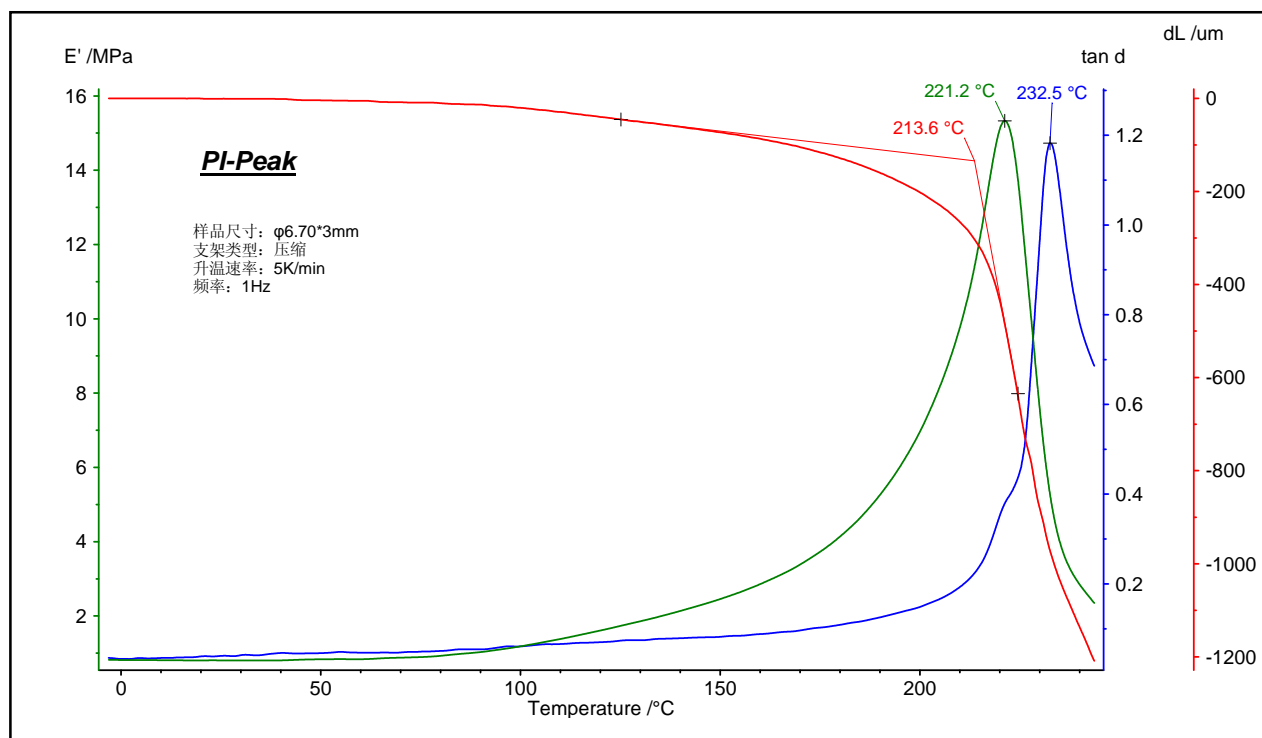
### 测试条件：

- 温度程序：RT~300℃
- 形变模式：压缩模式
- 频率：1Hz
- 样品支架：粉末容器（请见下图）



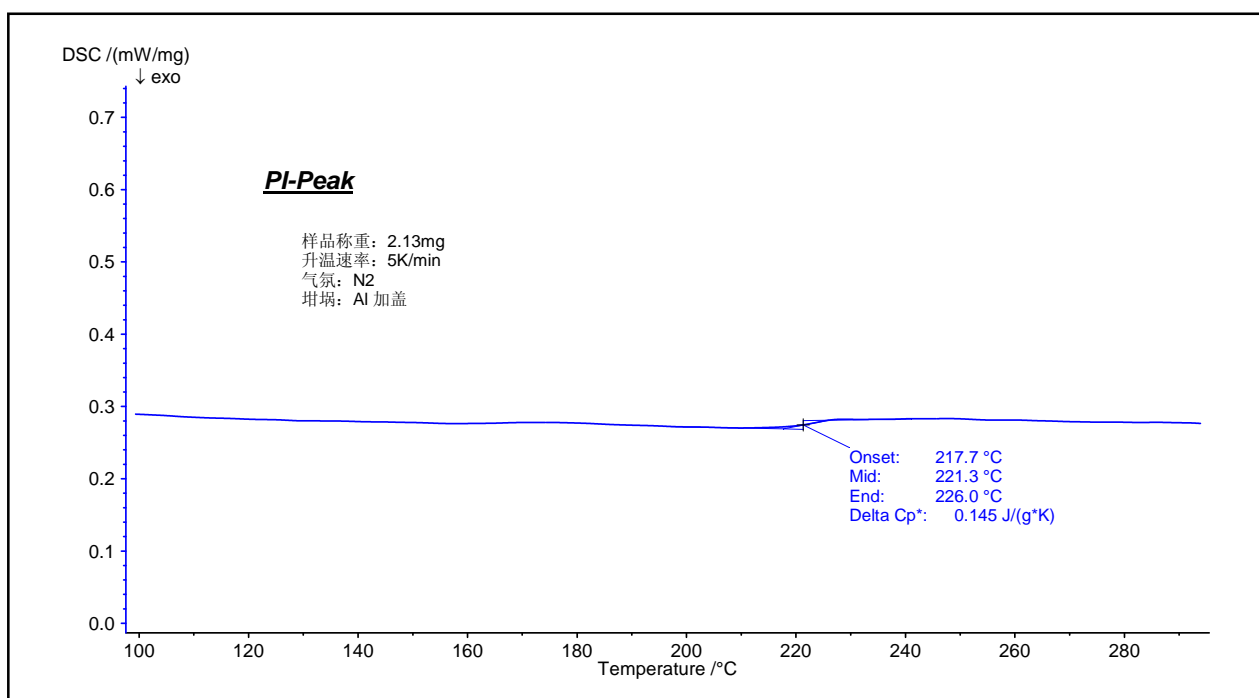
### 测试结果：

样品 **PI-peak** 呈粉末状，使用特殊粉末支架压缩模式进行测试。测试数据可见，粉末样品表现和通常的块状样品有很大的差别。随着温度的升高，样品粉末内部发生重排导致堆积密度变大，同时施加在样品上的作用力也会加大堆积密度。因此可见样品的尺寸不断收缩，**dL** 曲线表征样品的长度变化情况，样品在玻璃化转变之前尺寸收缩比较缓慢，在 213℃ 以后尺寸收缩非常显著（红色曲线）。同时，由于样品密度加大导致样品变硬，样品的表观储能模量 **E'** 出现增大趋势。



聚酰亚胺粉末的 DMA 测量图谱

在接近玻璃化转变的区域，样品重排现象更加明显，表现为表观模量  $E'$  迅速增大。开始玻璃化转变之后， $E'$  迅速下降，这是因为样品已经到达玻璃化转变区域，样品迅速变软，图上可见  $E'$  的曲线出现一个峰，峰值为 221 °C。损耗因子  $\tan d$  在玻璃化转变过程中表现为一个峰，峰值温度为 232 °C。此温度和 DSC 测量得到的玻璃化转变温度 (221 °C) 很接近 (下图)。



聚酰亚胺粉末的 DSC 测量图谱