

# 热分析超越系列



**DSC 3+**

**STAR°系统**

创新科技

全能模块

瑞士品质



**性能无与伦比的**  
**差示扫描量热仪DSC**

**METTLER TOLEDO**

# 无与伦比的DSC性能 根据您的需要量身定制

差示扫描量热法(DSC)是最常用的热分析技术。它测量样品由于物理和化学性质的变化而发生的焓变与温度或时间的关系。

## 梅特勒-托利多DSC 3+的特点和益处:

- 令人惊叹的灵敏度 – 适合测量弱效应
- 出色的分辨率 – 可测量快速转变和相邻效应
- 持久耐用的自动进样器 – 高效、可靠、昼夜不停
- 适合大小样品量 – 微克级或非均匀样品
- 模块化概念 – 满足您当前及未来的需求
- 全方位校准和校正 – 确保在所有条件下获得精准的结果
- 温度范围宽 – 单次测量温度可从-150°C到700°C

创新型120对热电偶DSC传感器，确保具有无与伦比的灵敏度和分辨率。



# DSC传感器技术的重大突破

## 无与伦比的灵敏度和卓越的分辨率



选择DSC核心部件传感器时不要妥协。梅特勒-托利多的MultiSTAR®传感器成功的融合了大量重要特性，这是传统传感器无法做到并且至今也是不可能做到的。这些特性包括：极高的灵敏度，卓越的温度分辨率，完美的平坦基线以及经久耐用。

### 灵敏度

传感器技术的巨大突破使我们能为DSC仪器提供最高灵敏度的传感器，从而测量最弱的热效应。信噪比这一重要仪器参数是由热电偶的数量及其特定的排列方式决定的。

### 温度分辨率

信号时间常数决定了互相接近或重叠热效应的分离好坏。热容低、热传导率高的传感器陶瓷材料使我们建立了史无前例的性能标准。

### 基线

创新的星形排列热电偶分布在样品坩埚和参比坩埚四周，完全能补偿任何可能的温度梯度，从而确保了平坦的基线和可重复的测量结果。

### FRS 6+传感器

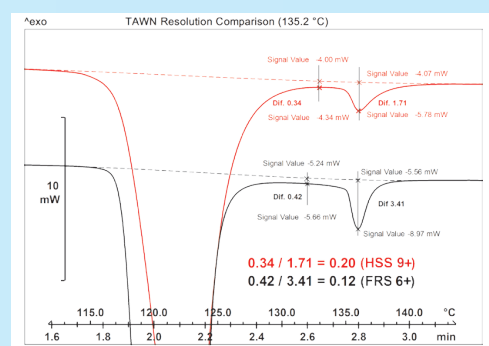
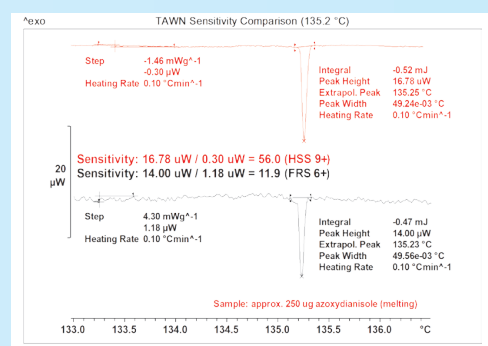
更加耐用的FRS6传感器进一步提高了测量结果的重现性。FRS6传感器是标准应用、高升温速率和分离重叠峰的正确之选。

### HSS 9+传感器

高灵敏度传感器HSS 9+即使在低升温速率下也能用微克级的样品量测量非常弱的热效应。HSS 9+具有120对热电偶，提供了卓越的温度分辨率和前所未有的灵敏度。

### TAWN测试

DSC传感器的衡量标准是广泛使用的TAWN测试。该测试进一步证实了HSS 9+和FRS 6+传感器超凡的灵敏度和极高的温度分辨率。



# 梅特勒-托利多的DSC 3+ 明智之选

## 带One Click™一键式功能的SmartSens触摸屏终端

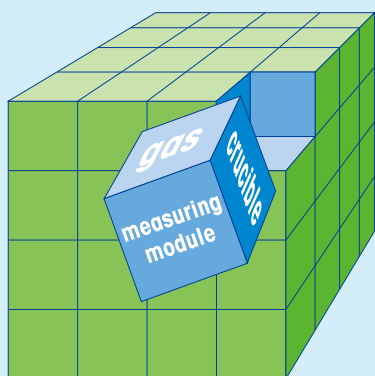
带One Click™一键式功能的触摸屏终端显示测量状态，甚至可以在远处观察仪器。您只要点击一下，就可以开始预先定义好方法的实验，简便、高效。

如果DSC安装在远离运行STAR®软件电脑的地方，那么您可直接在仪器终端设置独立顺序段。您可使用触觉触摸屏或激活免触摸SmartSens红外传感器切换屏幕显示或打开炉体。



### 炉腔

传感器置于防腐蚀的银质炉体中。



### FlexCal®调校

STAR®软件对于每种坩埚、气体和仪器组合，在数据库中存储了一个完整的调校数据记录。即使测试时采用不同的坩埚或测试过程中切换气体，仪器总是使用正确的调整参数。

## 完美的人性化设计 以人为本

### 人体工程学设计

手动加样时，可以将手放在符合人体工程学设计的支撑面上。



DSC



### 完整的热分析系统

完整的热分析系统由四种不同技术组成。每种技术以独特的方式表征样品。

TGA



所有结果的组合可简化数据分析。DSC测量热流，TGA测量重量曲线，TMA测量长度变化，而DMA测量模量。

TMA



强大的STAR®软件可控制所有已连接的仪器，并可进行无限可能的数据处理

DMA



### 支持和修理

技术问题上的支持和诊断。可在客户现场或我们的服务中心进行修理。



### 质量保证和验证

带证书的验证、文档记录和校准。



### 性能服务和维护

专业安装(IQ、OQ)和确保仪器运行期间性能最佳(PQ和维护)。

### 培训和应用支持

专业应用支持，基础和量身定制的课程，广泛的应用文献。

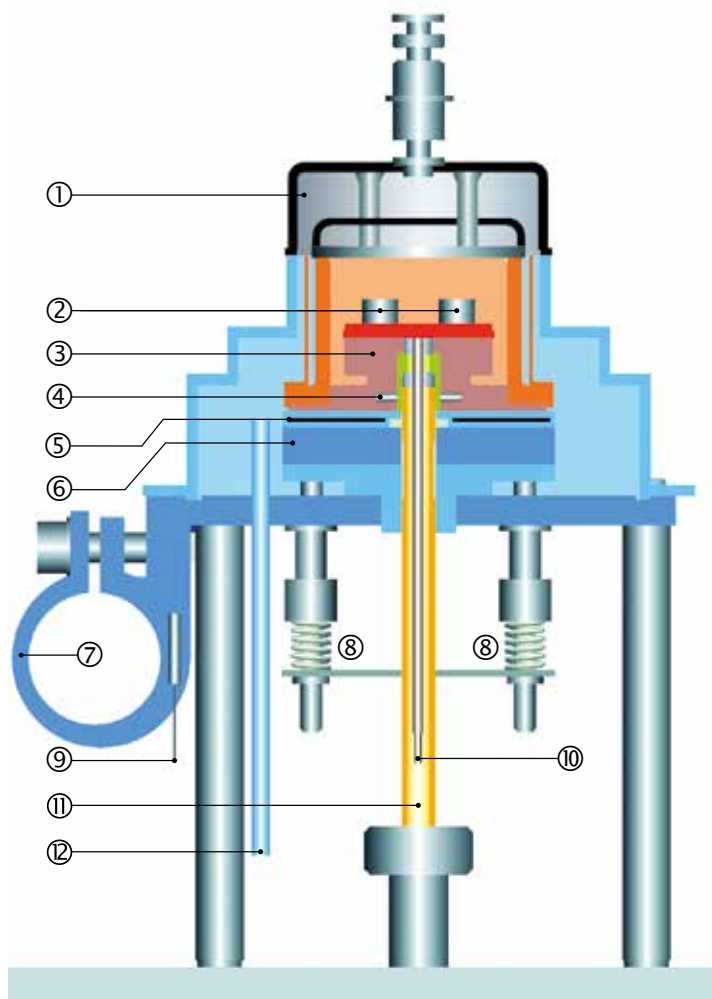
## 无与伦比的性能 涵盖整个温度范围

### 测量原理

差示扫描量热仪(DSC)测量传感器样品侧和参比侧的热流差与温度或时间之间的关系。

### DSC的物理

当样品由于热效应(例如熔融、结晶、化学反应、多晶转变、汽化或其它过程等)而吸收或放出热量时会产生热流差。也可以从热流差中测定诸如在玻璃化转变过程中的比热容变化。



### 说明

- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1. 炉盖         | 6. 冷却器隔热板        |
| 2. DSC传感器上的坩埚 | 7. 冷却法兰          |
| 3. 银质炉体       | 8. 压缩弹簧结构        |
| 4. PT100炉体传感器 | 9. 冷却法兰PT100     |
| 5. 两绝热片间的平板   | 10. 送放大器的DSC原始信号 |
| 加热器           | 11. 吹扫气体入口       |
|               | 12. 干燥气体入口       |



### 坚固耐用的传感器

陶瓷涂敷表面保护传感器不受化学侵蚀与污染。这样能保证使用寿命长久，在整个温度范围内性能恒定。



## 可靠的自动化 节省时间

自动进样器非常耐用，能够整年不断的每天24小时的可靠运行。

### 高效自动化

所有的DSC仪器都能自动操作。自动进样器能处理多达34个样品，每种样品都可用不同的方法与不同的坩埚。



### 特点和益处：

- 多达34个进样位置 - 显著的提高了效率
- 简单结实的设计 - 保证了可靠的结果
- 独一无二的“黄蜂”式坩埚盖钻孔配件 - 密封的坩埚在测量前被自动打开或打孔
- 万能抓手 - 可以抓取各种类型的梅特勒-托利多坩埚



### 样品在测量前不会发生反应

自动进样器能在测量前移走坩埚的保护盖或给密封的铝坩埚盖打孔这种独特的功能可以防止样品在称量后到测量前这段时间吸入或失去水分，也能防止对氧气敏感的样品氧化。



## 模块组合和升级能力 无限的可能

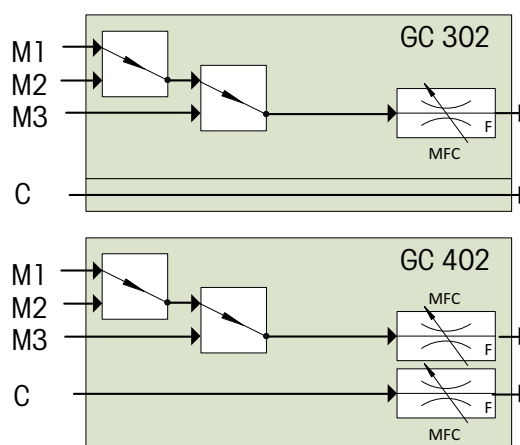
### 自动炉盖

按一下键或者激活SmartSens红外传感器后就能打开或关闭炉腔的自动炉盖，不再需要进行手动开关。三层叠加银质炉盖外加档热板的优化设计使测试单元有效的与环境隔离。

空气冷却	室温 ... 500°C/ 700°C
低温循环冷却器	-50°C ... 500°C/ 700°C
内置冷却器(多种)	-35°C ... 500°C/ 700°C -90°C ... 500°C/ 700°C -100°C ... 500°C/ 700°C
液氮冷却	-150°C ... 500°C/ 700°C

### 温度范围和冷却选件

您可以根据自己测量的温度范围来选择相应的冷却方式。  
内置式冷却器是一个密封系统，只需要电力。因此，它在不想用液氮或无法获得液氮的地方具有优势。液氮冷却提供更大的适应性，可以在整个温度范围内进行测量。



### 设定炉体氛围、可编程的气流和气体切换

可用设定的气流对炉腔进行吹扫。软件控制的质量流量气体控制器在0至200ml/min之间测量并调节气流，可自动切换多达四种气体。可以选择空气、氮气、氧气、氩气、CO<sub>2</sub>、CO和惰性氢气等气体进行调节与切换，从而拓展实验的潜力。

选项	FRS 6+	HSS 9+	自动炉盖	SmartSens 终端	外围设备控制板	切换开关线闸	GC 402	空气冷却	低温循环冷却器	内置式冷却器	液氮
DSC 3+ (500°C)	•	•	可选	可选				•	•	•	•
DSC 3+ (700°C)	•	•	可选	可选				•	•	•	•
自动进样器(34)			必需	必需							
自动炉盖				必需							
气体控制器(GC 302)				推荐			可选				
低温循环冷却/内置式冷却						可选(推荐)					
液氮冷却					必需						

• = 可选配



## 创新配件 扩展测量能力

### DSC显微系统

DSC曲线经常会有无法立即解释的效应。在这种情况下，通过显微镜有助于直接观察到样品的变化。

多功能光学配件可用于梅特勒-托利多的DSC。它由光学系统、CCD相机和图像采集处理软件组成。



### DSC光量热仪

DSC光量热仪配件可以表征紫外光固化系统。您可以研究光引发的固化反应，测量紫外光照射时间、紫外光强度和温度对材料性能的影响。



坩埚压片机

### 品种多样的坩埚

每种应用都有相应的坩埚。坩埚由不同材料制成，容量从20μl至900μl，用于常压到高压。所有的坩埚都可用于自动进样器。

坩埚材料有：



铜



铝



氧化铝



不锈钢(镀金)



金



铂金

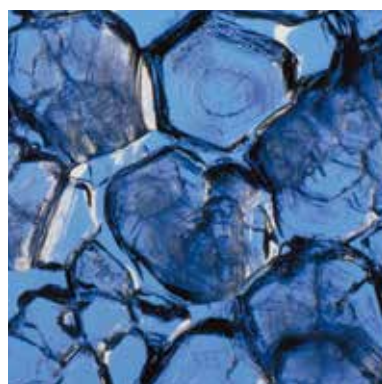
# 极其广泛的应用

差示扫描量热法测量发生转变和反应的热焓和温度。该方法被用来鉴别和表征材料。

差示扫描量热法(DSC)快速且灵敏。样品制备简单，只需要少量的样品材料。该技术是质量控制、材料开发和研究的理想之选。

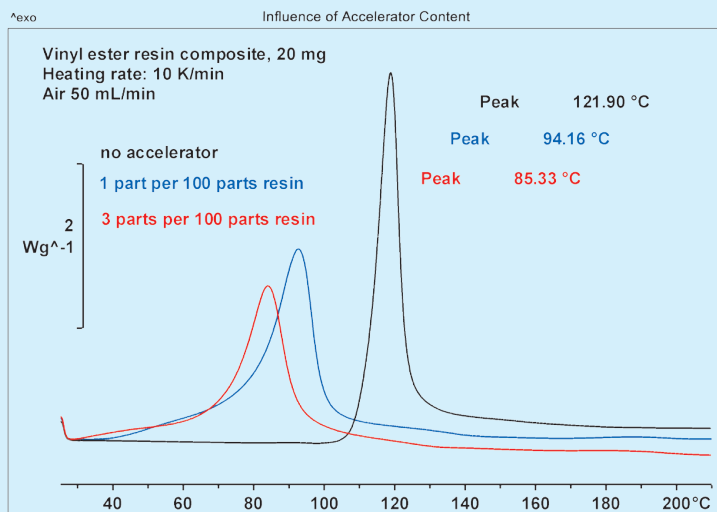
在测定热量、研究热过程和表征或只是简单的对材料进行比较可选择DSC方法。它可以得到有关加工和应用条件、质量缺陷、鉴别、稳定性、反应性、化学安全和材料纯度方面的有价值信息。

DSC方法用于分析和研究聚合物，例如热塑性塑料、热固性树脂、弹性体、粘合剂和复合材料，其它如食品、药物、化学品等。



## DSC能测量的热效应和热过程举例

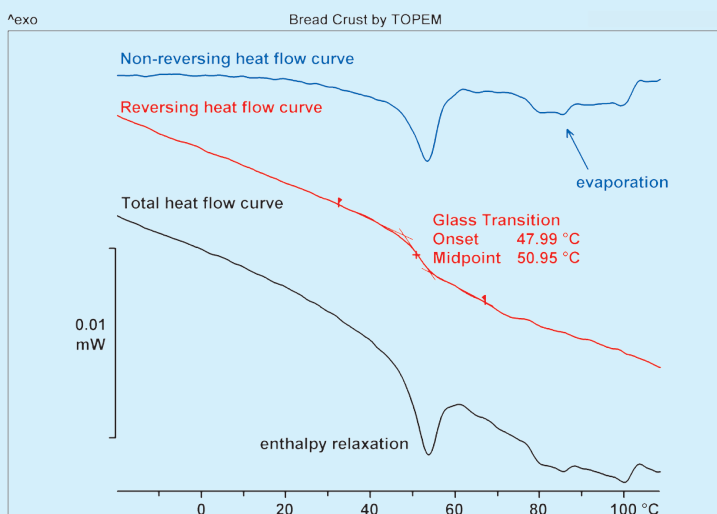
- |         |           |
|---------|-----------|
| • 熔融行为  | • 固化      |
| • 结晶和成核 | • 稳定性     |
| • 多晶现象  | • 混合      |
| • 液-晶转变 | • 增塑效应    |
| • 相图和组成 | • 热历史     |
| • 玻璃化转变 | • 热容和热容变化 |
| • 化学反应  | • 反应焓和转变焓 |
| • 反应动力学 | • 纯度      |



## 促进剂对固化过程的影响

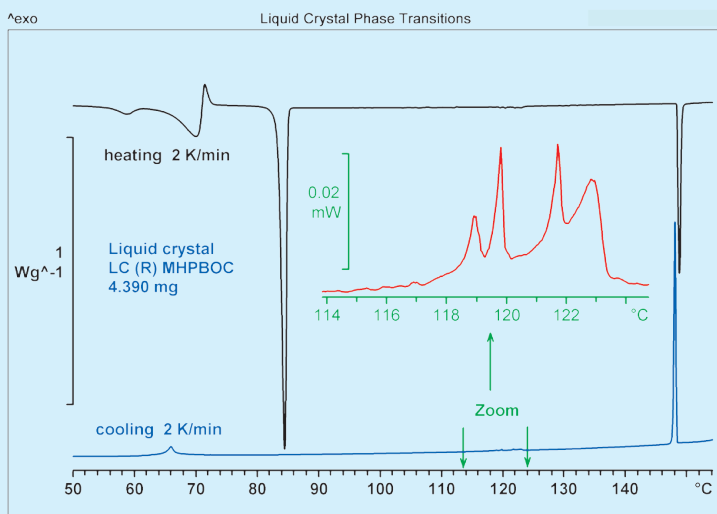
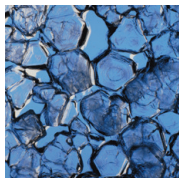
对含有不同浓度促进剂的玻璃纤维增强乙烯基酯树脂复合材料样品进行的固化测试能够用于确定促进剂对固化过程的影响。

每条DSC曲线都显示出一个放热峰，放热峰的大小与固化过程中放出的热量成正比。促进剂浓度的提高加速了固化反应过程并且导致反应峰向低温迁移。通过这类DSC测试可以挑选出正确的促进剂种类、以及促进剂浓度和固化温度，以此来确定和优化生产工艺过程。



## 面包皮

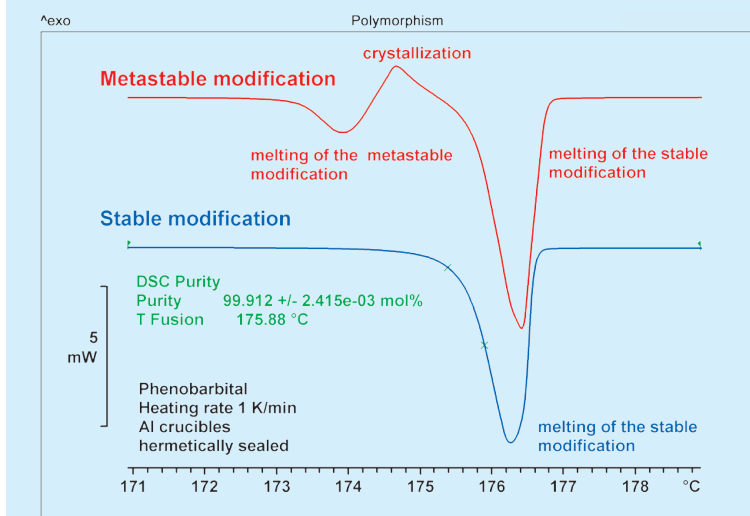
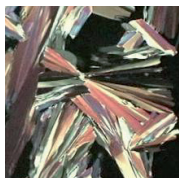
测量复杂材料时，不同的效应常会重叠。这时可以使用TOPEM<sup>®</sup>，一种温度调制DSC技术来分离各个效应。本例展示了用面包皮作为样品的测量。总热流曲线对应于传统的DSC曲线，无法对测量结果进行明确的分析。与之相比，可逆热流曲线清晰的显示了51 °C时的玻璃化转变温度。不可逆热流曲线显示由于焓松弛而出现的峰，以及在70 °C以后的水分蒸发峰。



## 液晶

材料中含有相对刚性的分子时会形成液晶相。本例展示了用DSC测量LC(R) MHPBOC时出现的这种现象。该物质在熔融温度85 °C以上出现了几个液晶转变。

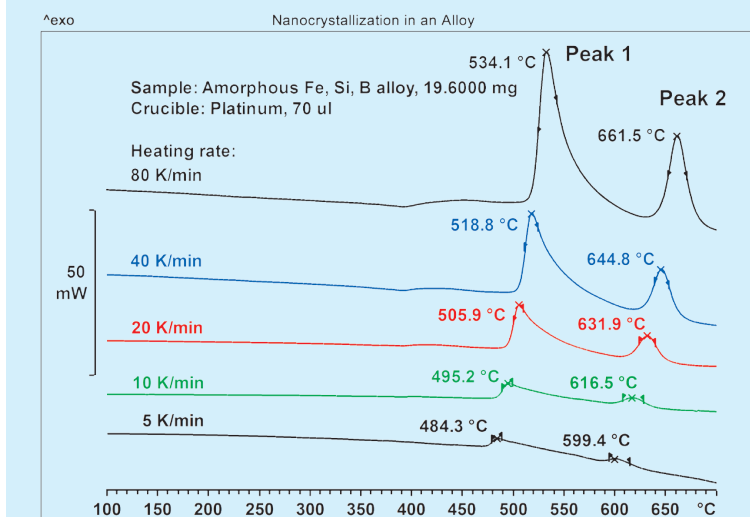
发生在114 °C至124 °C之间的转变非常微弱。它们显示在冷却曲线的放大区域。由于液晶转变常常只产生非常小的热效应，因此用来测量该类转变的DSC需要很高的分辨率和很低的噪音。



## 多晶现象

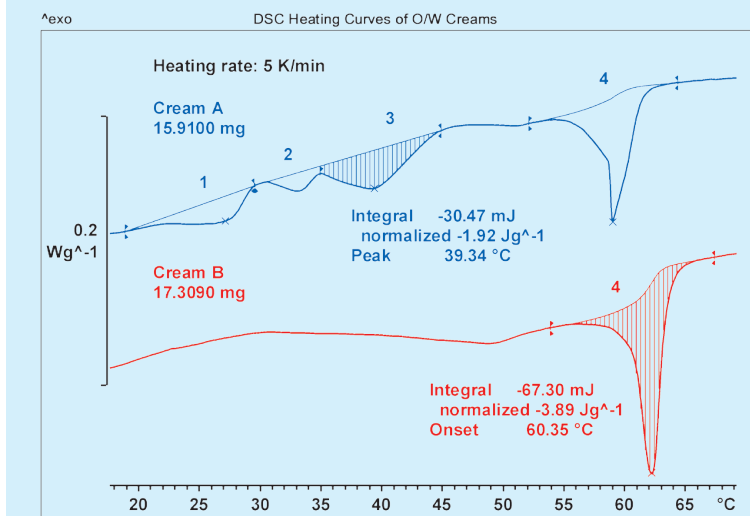
熔融行为的分析对药物产品的质量控制在一种重要的方法。本例所示的蓝色曲线显示，稳定形态的苯巴比妥的熔融曲线可以用于测定其熔融温度和纯度。

DSC也用来研究多晶型。红色曲线显示亚稳态首先在低温熔融，然后熔融物结晶成稳态再熔融。了解特定晶型的出现对评估物质的物理稳定性很重要。



## 纳米结晶

在熔融纺丝过程中进行骤冷能够制备出无定形的金属合金，图谱中显示了以不同升温速率对无定形金属合金的结晶过程进行分析所得的曲线。470°C以上的放热峰是由于铁硅纳米晶体的形成所导致的。随着升温速率的提高，峰值温度向高温迁移。从结晶温度和升温速率之间的关系能够获得有关结晶过程活化能的信息。高度不对称的峰型揭示出有关结晶动力学的更多信息。

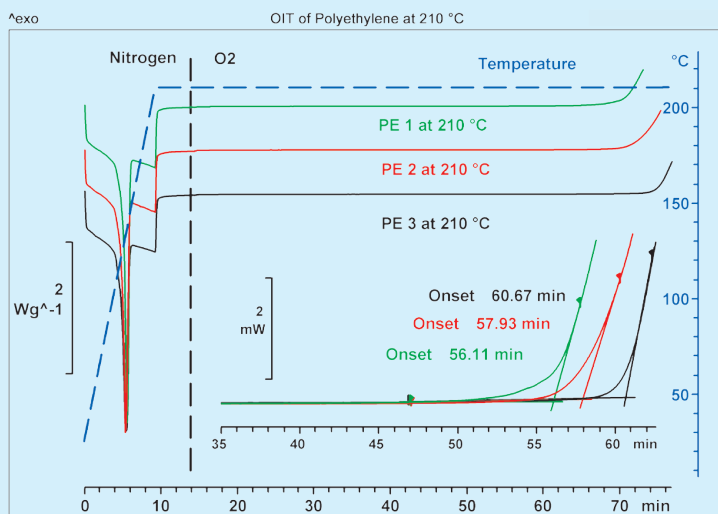
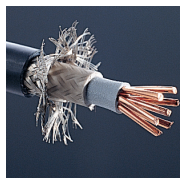


## O/W乳膏配方

乳膏是半固态乳液，由油和水的混合物组成。成分含量的不同会影响最终乳膏配方的粘稠度和质量。

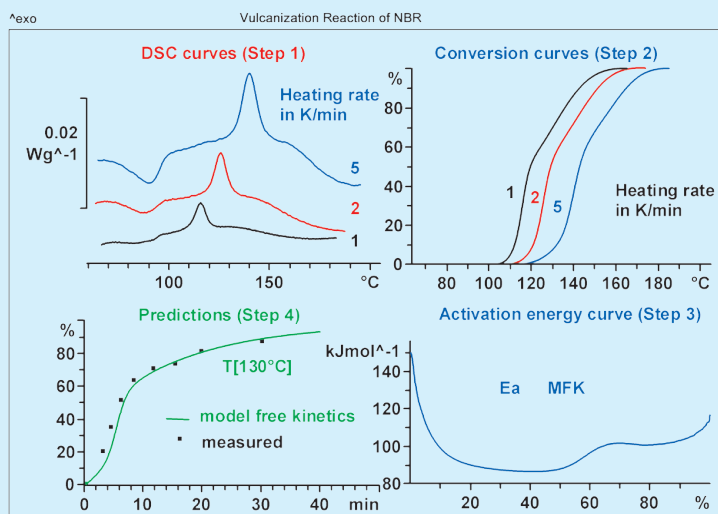
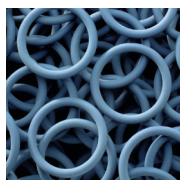
两种不同乳膏的DSC曲线都在55°C到65°C之间显示出一个很大的熔融峰。这个峰是单硬脂酸甘油酯所产生的，它起到了增稠剂和稳定剂的作用。

然而，乳膏A在25°C到45°C之间还有另外三个峰，它们是单、双和三甘油酯的特征熔点。这些非活性成分形成了不同类型和强度的三维结构。



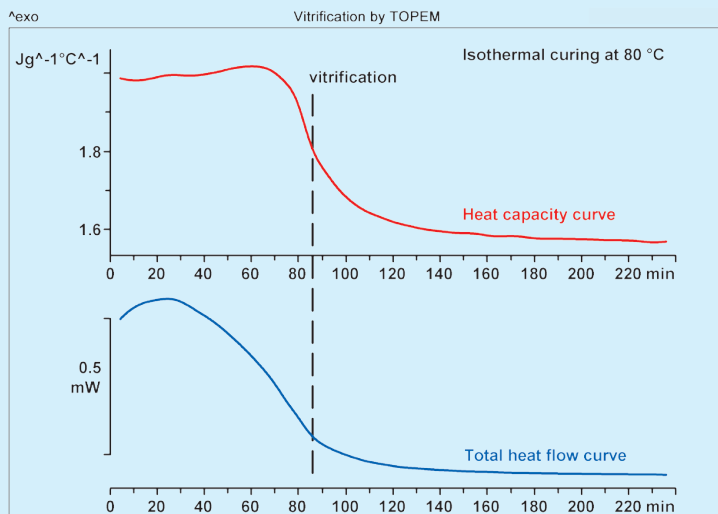
## 氧化稳定性

分析分解反应可以得到材料稳定性信息。广泛使用的一种标准测试方法就是测量氧化诱导时间OIT。它指在氧气氛围中恒温保持在某一温度下样品开始氧化的时间。本例中，在210°C下测量三种不同稳定程度的聚乙烯样品的OIT。可以清晰地看到不同稳定程度的聚乙烯的氧化时间。这些测量还可以将有热应力、机械应力或化学应力的材料与没有这些应力的新材料区分开来。



## 硫化反应

在非模型动力学软件(MFK)的帮助下，DSC结果可以用于分析和预测硫化反应的 dynamics。在第一步中(Step 1)，以不同的升温速率对丁腈橡胶(NBR)进行测试得到三条动态DSC曲线。在第二步(Step 2)中，使用这些曲线计算出转化率曲线。随后在第三步(Step 3)中，使用这些数据计算出反应活化能随转化率变化的曲线。最后，基于活化能曲线可以预测出在130°C时的动力学曲线，显示为第四步(Step 4)中的绿色实线。这和在实际条件下测试的数据(黑色圆点)非常吻合。



## 粘结剂固化

当粘结剂等温固化时，材料由于化学反应而从液态变成了固态，生成无定形聚合物玻璃，反应实际上是停止了。这种被称为玻璃化的过程极为重要，因为玻璃化的粘结剂并没有完全固化，因此是不稳定的。材料的性能在很长一段时间内逐渐变化。本例显示了使用TOPEM®(温度调制DSC技术)测量固化反应时的比热，这是鉴别玻璃化过程的一种简单可靠的方法。



# DSC 3+技术指标

仪器型号		DSC3+专业型	DSC3+至尊型
温度范围	空气冷却	室温...500 °C或700 °C	室温...500 °C或700 °C
	内置冷却器冷却	-35或-90...500或700 °C	-35或-90...500或700 °C
	液氮冷却	-150...500或700°C	-150...500或700 °C
温度准确度	单点金属标样	± 0.1 °C	
	两点金属标样	± 0.2 °C	
温度精度		± 0.02 °C	
炉温分辨率		± 0.00006 °C	
升温速率		0.02...300 °C/min	
降温速率(取决于配置)		0.02...50 °C/min	
冷却时间	空气冷却	8 min (500...100 °C)	9 min (700...100 °C)
	内置冷却器	5 min (100...0 °C)	
	液氮冷却	15 min (100...-100 °C)	
传感器类型		FRS 6+	HSS 9+
传感器材料		陶瓷	
热电偶数量		56	120
热电偶材料		金/金-钯	
信号时间常数		1.8 s	3.1 s
钢峰(峰高比峰宽)	原始数据	19.5	6.9
	去卷积 <sup>1)</sup>	>155	>85
TAWN指标	分辨率	0.12	0.2
	灵敏度	11.9	56
测量范围	100 °C时	± 350 mW	± 160 mW
	700 °C时	± 200 mW	± 140 mW
量热灵敏度		0.04 µW	0.02 µW
量热准确度		± 0.05%	
量热精度		± 0.05%	
数字分辨率		1千6百80万点	1千6百80万点
最大数据采集速率		50 个/s	
ADSC		标配	
IsoStep®		可选	
TOPEM®			
自动进样器			
光量热			
显微系统			

<sup>1)</sup>去卷积数学修正：依照B. Wunderlich, Thermal Analysis of Polymeric Materials, Springer (2005), 第346页。

## 符合

IEC/EN61010-1:2001, IEC/EN61010-2-010:2003  
CAN/CSA C22.2 No. 61010-1-04  
UL Std No. 61010A-1  
EN61326-1:2006 (class B)  
EN61326-1:2006 (工业环境)  
FCC, Part 15, Class A  
AS/NZS CISPR 22, AS/NZS 61000.4.3  
符合标志：CE

[www.mt.com/DSC](http://www.mt.com/DSC)

访问网站，获得更多信息

**梅特勒-托利多**  
**实验室/过程分析/产品检测设备**  
地址：上海市桂平路589号  
邮编：200233  
电话：021-64850435  
传真：021-64853351  
E-mail: ad@mt.com

**工业/商业衡器及系统**  
地址：江苏省常州市新北区  
太湖西路111号  
邮编：213125  
电话：0519-86642040  
传真：0519-86641991  
E-mail: ad@mt.com



欢迎添加实验室微信号



微信号：MT-LAB

欢迎添加工业微信号



微信号：MT-IND

欢迎添加过程分析微信号



微信号：MT-PAT

欢迎添加产品检测微信号



微信号：MTPICN

欢迎添加零售微信号



微信号：MT-RET

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。  
12320624 Printed in P.R. China 2016/06