NETZSCH

Proven Excellence.

同步热分析仪
STA 449 F3 Jupiter®

方法，技术，应用

Analyzing & Testing

多功能，高精度，技术卓越

同步热分析是指利用一台仪器对一个样品同时进行热重分析（TG）和差示扫描量热分析（DSC）。其优势是显而易见的：对于TG和DSC信号，测试条件完全一致（气氛、气压、气体流量、升温速率、对坩埚和传感器的热接触、辐射效应等）。而且，它减少了样品用量，一次测试即可获取更多信息。

DSC 典型应用：

- 熔融/结晶
- 固相转变
- 多晶型现象
- 结晶度
- 玻璃化转变
- 交联反应
- 抗氧化性
- 纯度分析
- 比热
- 热动力学分析

TGA 典型应用：

- 质量变化
- 热稳定性
- 氧化/还原
- 分解行为
- 腐蚀性研究
- 成分分析
- 分解动力学分析

部分国际标准*	描述
ISO 11358	塑料－高聚物的热重分析法
ASTM E793	DSC方法测量熔融与结晶热焓
DIN 51004	热分析；使用差热分析方法测量晶体材料的熔点
DIN 51006	热分析(TA)；热重分析(TG)；原理
DIN 51007	热分析；差热分析；原理

*取决于仪器配置

高度灵活性，满足您的应用需求

STA 449F3Jupiter®结合了高性能的热流型DSC传感器和亚微克级分辨率的高灵敏度天平，从而提供无与伦比的称重和量热精度。通过选择最合适的炉子，安装最合适的传感器，以及恰当的配件，可以轻松地将同步热分析仪调整到几乎可以满足所有应用。坚固耐用的硬件，界面友好的软件，灵活多样的设计，以及丰富的配置选项使该系统成为质量控制和材料研究表征的理想工具。

源自
丰富经验与创新设计

顶部装载—天平系统的主流模式

STA 449 F3 Jupiter®采用的是顶部装样结构，这种设计长期以来已经成为各种天平的主流方式，不论是在实验室、 超市，甚至在厨房，几乎所有的天平均采用这种方式。原因很简单，这样的结构操作方便、性能优异，您有什么理由不用这样的天平呢？

高稳定性、低漂移度、大样品量

STA 449 F3 Jupiter®的天平系统提供足够大的称样量（35g）和测量范围（35g），同时具有很高的分辨率（0.1µg），且漂移小（数小时漂移在微克量级）。

STA天平系统的另一个突出特点是其高精度。

真空密闭设计 – 优化实验气氛条件

STA 449 F3 Jupiter®为真空密闭设计。 真空泵与STA连接抽真空，其真空度可达10^{-4}mbar，抽真空后可以填入任意设定的气氛。系统可选配独特的OTS®附件，用于彻底去除吹扫气中的微量氧杂质。

—50年—
高性能热分析仪器
先进制造商

STA 449 F3 Jupiter®

引领技术潮流

为您的应用选择合适的炉体

STA 449 F3 Jupiter®可以选配10种不同的炉体，以满足不同温度范围（-150°C至2400°C）和测试需求。双炉提升装置允许同时安装两个不同的炉子，以提高测试效率或使用一台仪器进行低温和高温的测试。炉体的切换非常简便，操作者可自行完成。因此，该系统可以满足未来任何可能的应用。

保证日常工作安全完成

对于标准STA测量，碳化硅炉（SiC）是实验室中强大的测试主力，可在室温至1600°C的温度下运行。对腐蚀性气氛下的测量，SiC炉配备受保护的TGA-DTA传感器，可以确保仪器安全。

较低温度范围内的测量

配合制冷装置，银炉和钢炉可以在低温下进行测试。银炉热惯性小，不钢炉的温度范围更宽，从-150°C到1000°C。

高温下的比热容

配合DSC传感器，特别适用于较高温度范围内的比热容测定。

以最快的速度获得测试结果

快速升温炉可以模拟真实的加热过程，线性升温速率高达1000K/min。另外，快速加热对动力学研究是有意义的。

最高温度

钨炉加热元件允许在室温至2400°C、氦气气氛下进行测量，并在400°C至2400°C范围内进行高真空测量。

湿度环境中的测量

铜炉非常适合在室温至100°C间某一相对湿度下进行测量。为此，可以使用湿度发生器，其最高露点为80°C，相当于47%的摩尔浓度。 此外，铜炉可用于常规STA测量，包括高达500°C的比热容测试。

水蒸气炉适用于室温至1250°C较宽的温度范围。炉体可以连接上述湿度发生器，或水蒸汽发生器（通过蒸发水产生水蒸汽，可以获得高达100%的摩尔浓度）。

炉体种类	温度范围	冷却系统
银炉	-120°C ... 675°C	液氮*
铜炉	-150°C ... 500°C	液氮*
不锈钢炉	-150°C ... 1000°C	液氮*
铂炉	RT ... 1500°C	风冷
SiC炉	RT ... 1600°C	风冷
铑炉	RT ... 1650°C	风冷
石墨炉	RT ... 2000°C	自来水或循环冷却水
水蒸汽炉	RT ... 1250°C	风冷
快速升温炉	RT ... 1250°C	风冷
钨炉	RT ... 2400°C	自来水或循环冷却水

* 对于0°C以上的冷却可以用vortex冷却替代液氮。

满足您测试需求的各种传感器

STA 449 F3 Jupiter®可以安装不同种类的传感器。TGA传感器配有圆盘和大容量坩埚（可达5ml）用以进行大样品量的测试。TGA-DTA传感器可以用于常规测试或腐蚀性样品的测试。防护型传感器可完全胜任某些腐蚀性气氛下的特殊应用。TGA-DSC和TGA-DSC-cp 传感器常用于TG和DSC同步的定量测试，还可精确地进行比热测试。

通过特殊的Quick-Connect接口设计，用户自己可以迅速更换传感器，操作极为简便。因此，整个系统非常适用于各种条件下的测试。

传感器热电偶	温度范围	传感器类型	反应气氛
Type E	-150°C ... 700°C*	TGA-DTA, TGA-DSC (c_p)	惰性、还原、氧化、真空
Type K	-150°C ... 800°C*	TGA-DTA, TGA-DSC (c_p)	惰性、还原、氧化、真空
Type S	RT ... 1650°C	TGA, TGA-DTA, TGA-DSC (c_p)	惰性、还原、氧化、真空
Type S protected	RT ... 1650°C	TGA, TGA-DTA	惰性、还原、真空、氧化、腐蚀
Type P	-150°C ... 1000°C	TGA, TGA-DSC, TGA-DSC (c_p)	惰性、还原、氧化、真空
Type B	RT ... 1750°C	TGA, TGA-DTA, TGA-DSC	惰性、还原、氧化、真空
Type W	RT ... 2400°C	TGA, TGA-DTA	惰性、还原、真空

* 氧化性气氛最高只能到500°C

标准S型传感器 – 专业测试的主力

在高温范围内，高灵敏度的S型传感器可以覆盖从室温到1650°C宽广的温度范围。如果测试会产生腐蚀性气体，可以采用防护型的TGA-DTA传感器，保证测试的安全性，且不会影响灵敏度。

低温区的高灵敏度

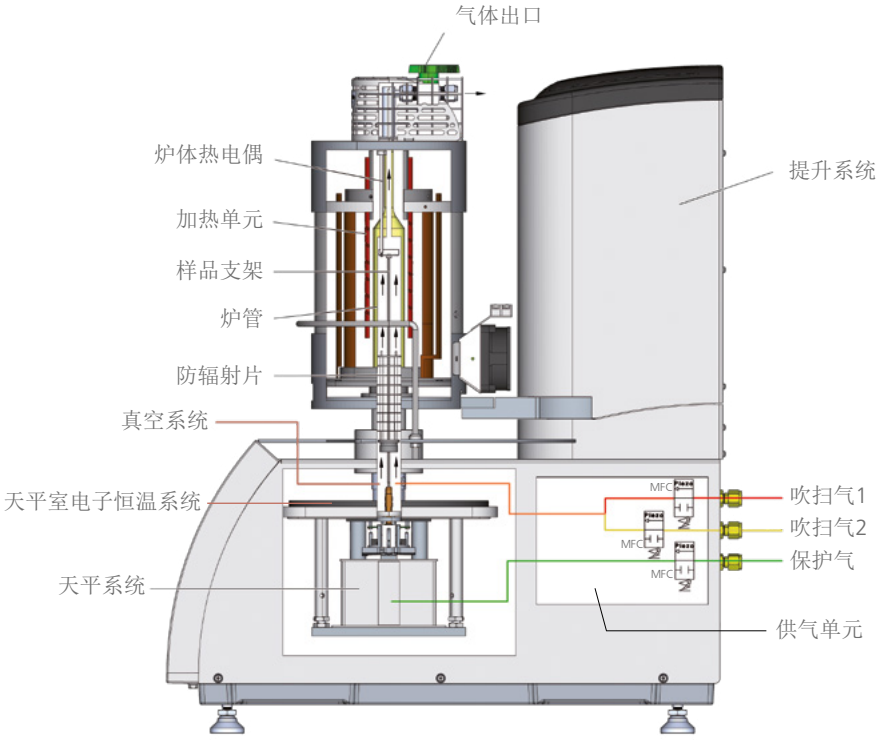
P型传感器是低温测试的标准配置，非常适用于不锈钢炉。

所有配备E型或K型热电偶的传感器都具有最高的灵敏度和分辨率，特别适合检测微弱的热效应。

高温和超高温温度范围

使用B型传感器可以在高达1750°C的范围内进行真正的DSC测试。在最高2400°C的超高温范围内，W型TGA和TGA-DTA传感器可在惰性、还原和真空条件下测试。

高精度
最大的灵活性



气体流量控制

气体流量可以通过玻转流量计连接三路气体（2路吹扫气体，1路保护气体）控制。也可选择用内置的自动质量流量控制系统（MFC）控制，为样品测试提供最适宜的气氛条件。控制合适的气氛条件对于正确解释测试结果是非常重要的，例如，区分氧化反应和热裂解反应。

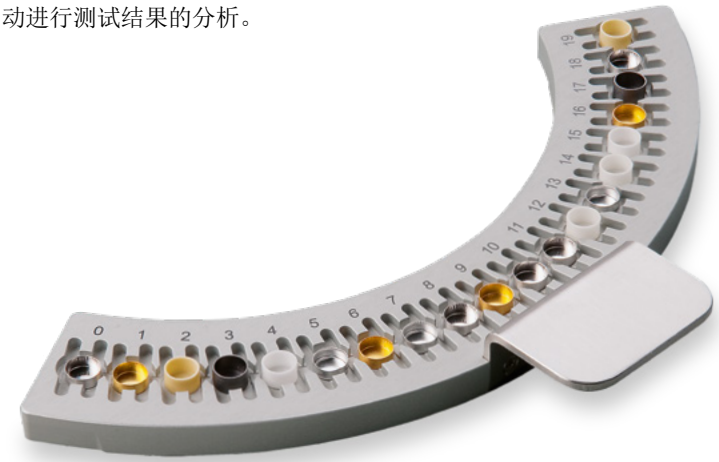
逸出气体联用分析

对于逸出气体分析，STA可分别与QMS、FT-IR或GC-MS单独联用，亦可以同时连接QMS和FT-IR或GC-MS和FT-IR。再配以自动进样器，更是如虎添翼。

配有自动进样器的STA449F3 Jupiter®与

自动进样器

仪器可以选配多达20位的自动进样器。该进样器可以确保最佳的坩埚取放位置和对仪器的充分利用。设定预制程序后，仪器可在夜晚或者周末自动进行样品的测试，而且软件可利用宏记录功能自动进行测试结果的分析。



附件

丰富的坩埚选择：耐驰提供铝、银、金、铜、铂、氧化铝、氧化锆、石墨、不锈钢等各种坩埚，几乎可以满足所有的材料测试和应用。

如需在特殊气氛下测试，STA 449 F3 Jupiter® 可以提供防腐蚀型的特殊配置。这一配置可以在腐蚀性气氛下进行测试，例如还原性气氛。

对于那些非常特殊的样品或是有放射性的材料，可以将STA 449 F3 Jupiter®安装在手套箱或者热室中。

与QMS403 Aeolos Quadro联用

功能强大、操作简便

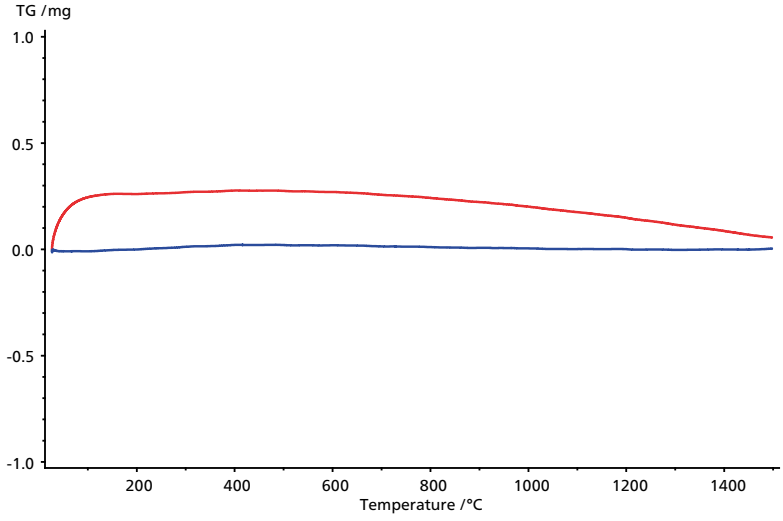
Proteus® 软件

STA 449F3 Jupiter®在多功能Proteus®软件的控制下运行，执行可靠的测试并分析测试结果- 甚至可以执行复杂的分析。Proteus®软件随仪器一起授权，也可以安装在其他计算机系统上。Proteus®软件由获得ISO认证的公司开发。

请参阅第19页的软件功能介绍。

BeFlat® -节约时间的智能方式

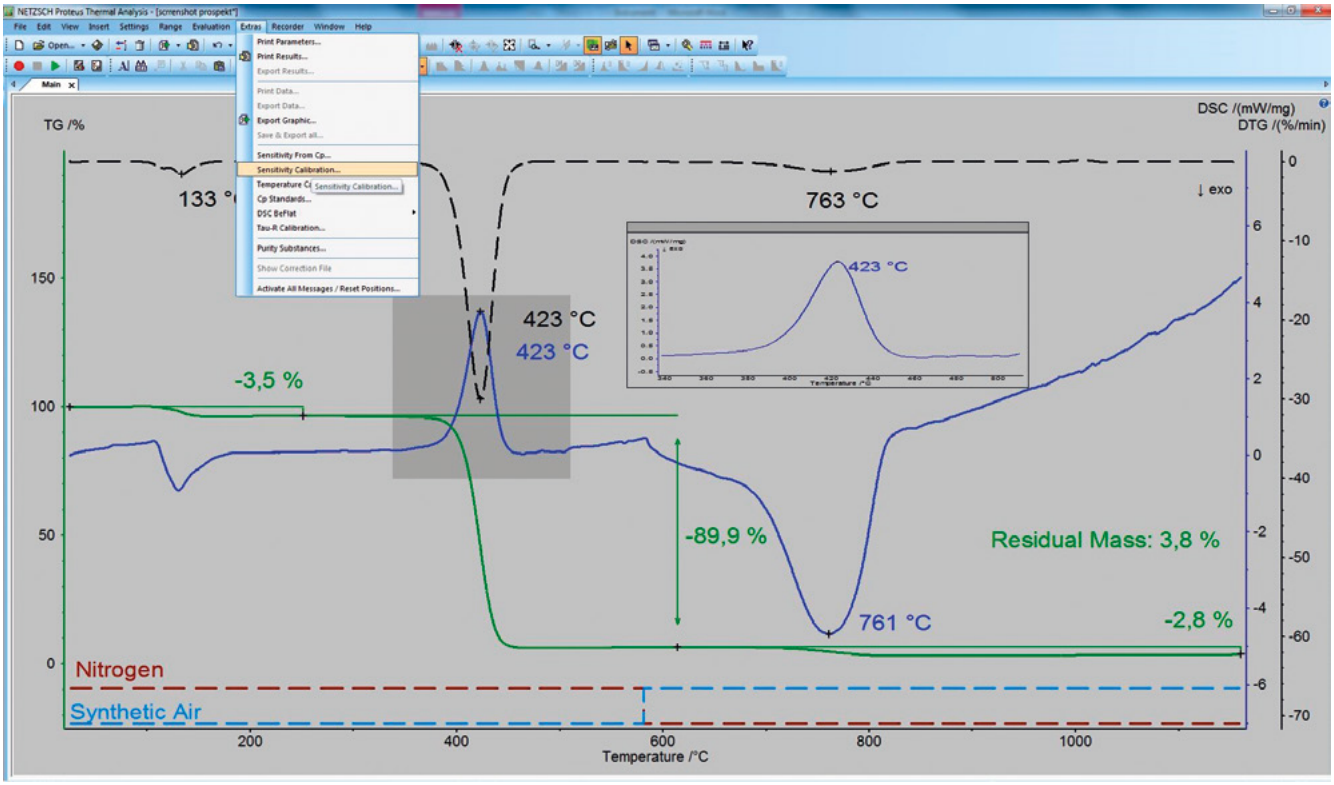
TGA-BeFlat®软件内置了各种测量因素：升温速率、气氛类型、气体流量等对热重基线的影响，能够根据所选测量条件进行适当的修正，而无需进行传统的基线修正。



BeFlat®的影响：蓝色曲线表示使用BeFlat®校正的TGA测试；红色曲线，没有进行修正。在相同条件下、使用两个空坩埚进行测试。

高级软件（选配）

- 峰分离软件：可以精确分离和计算相互重叠的峰
- 动力学软件：基于多步反应动力学进行反应的高级表征，并计算动力学参数，还可以预测和模拟反应过程
- 比热容测试
- 通过分析DSC熔融峰计算纯度
- Tau-R®模式校正时间常数和热阻的影响，得到更准确的吸/放热效应效应
- 热模拟可以对分解反应过程进行模拟，对反应进行准确预测



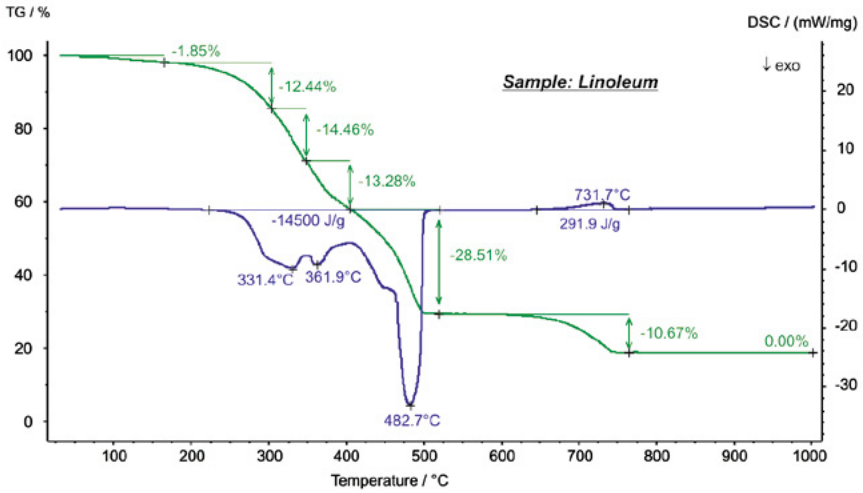
分析过程中的用户界面：TGA曲线（绿线）与DTG曲线（黑色虚线），DSC曲线（蓝线），氮气流量（红色虚线）和空气（蓝色虚线）的曲线； PIP（画中画）显示DSC峰值在423°C。

应用案例

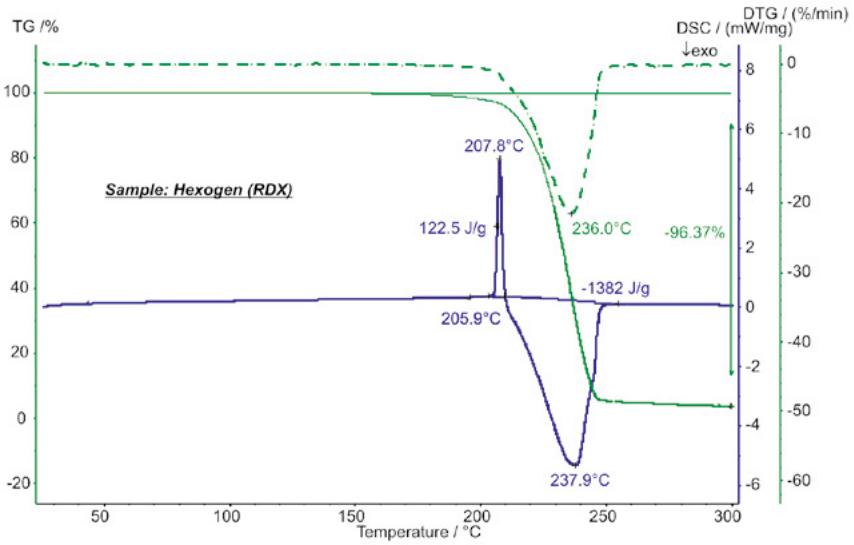
低温范围的材料表征

油毡的燃烧

建筑材料油毡发明于1863年，最常用于地面防潮。它非常坚固，即使只有一薄层也具有良好的绝缘效果。右图为用STA在空气气氛下测试油毡的结果，TG曲线可以看出油毡的天然组分：150°C前为水分的挥发，然后，亚麻籽油、天然树脂、软木粉、木粉和基质黄麻接连发生强烈的燃烧放热反应。200°C和500°C之间，燃烧释放的总热量为14.5kJ/g。在600°C至750°C之间，观察到填料$CaCO_3$（白垩）的分解吸热峰。750°C以上，样品质量不再变化。



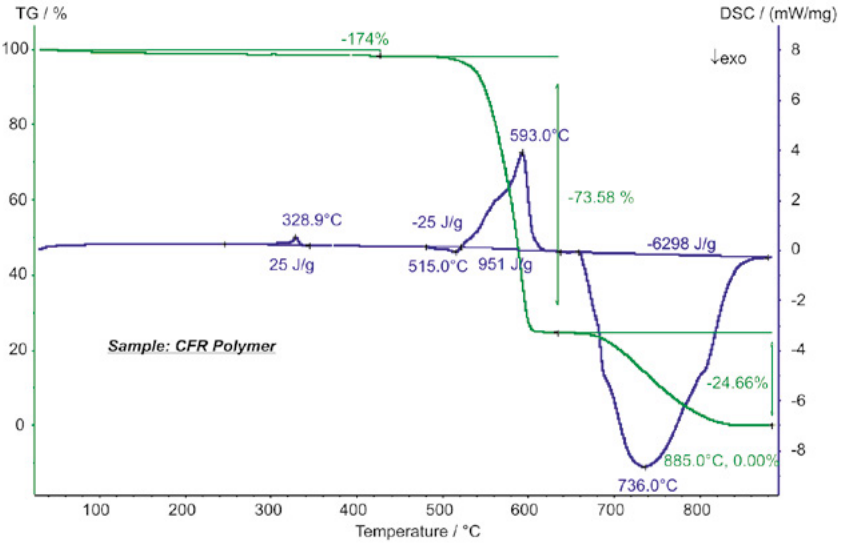
油毡样品（5.52mg）的测试，使用SiC炉，升温速率10K/min，空气气氛中



黑索金的测试，使用SiC炉，升温速率5K/min，空气气氛

炸药的表征

烈性炸药黑索金（也称RDX，T4等）在150°C就开始升华，从热重曲线即可看出。在DSC曲线上，起始点为206°C的吸热峰，主要是样品的熔融，其热焓值为123J/g。在大约200°C至250°C之间，样品有剧烈的放热现象，并释放出1.38kJ/g的热量。该实验的样品量为2.32mg，升温速率为5K/min，气氛为合成空气。

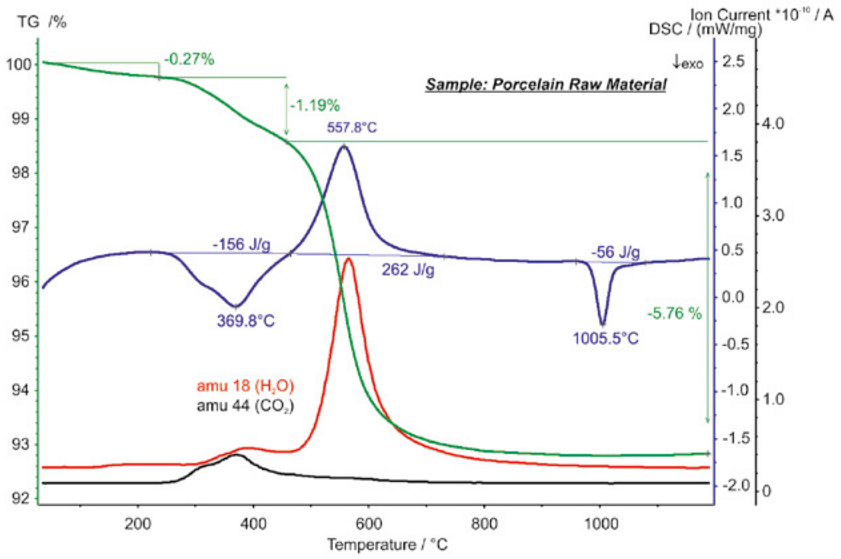


CFRP（7.62mg）的测试，使用SiC炉，在650°C下将气氛从氮气切换为氧气; 升温速度10 K/min

复合材料的分析

碳纤维增强高聚物（CFRP）是常用的复合材料，主要由聚合物和嵌入的碳纤维组成。具有重量轻、强度高的特点，适用于汽车、航空航天领域。STA的测试结果显示，329°C有一吸热峰，其热焓值为25J/g，主要是聚合物的熔融过程；480°C至620°C之间主要是聚合物的分解；650°C时，气氛由N_2转换为O_2，碳纤维组分发生氧化（失重24.7%）。 实验结束时的残余质量为0.0%，表明样品中无其他无机填充物或者玻璃纤维。

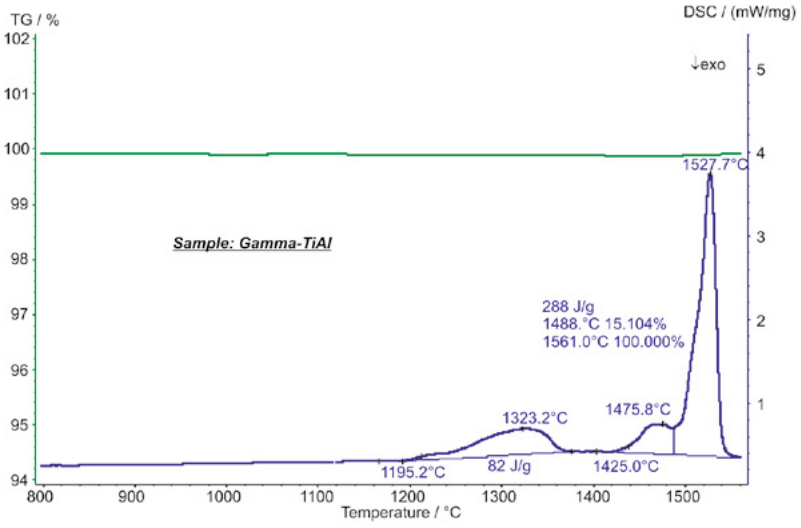
高温范围的材料表征



陶瓷原料（37.14mg）的测试，使用SiC炉，空气气氛，升温速率20K/min

原材料的鉴别

对陶瓷原料进行STA-QMS联用测试，结果显示有三步失重。250°C之前，主要是水分的挥发。250°C至450°C之间，主要是有机粘合剂的烧失，同时释放出156J/g的热量。高岭土在450°C左右开始脱水，并有262J/g的吸热。质谱中质量数为18和44表明有H_2O和CO_2的生成。DSC曲线上1006°C左右的放热峰主要是固-固相变，DSC传感器检测到其热焓值为-56J/g。



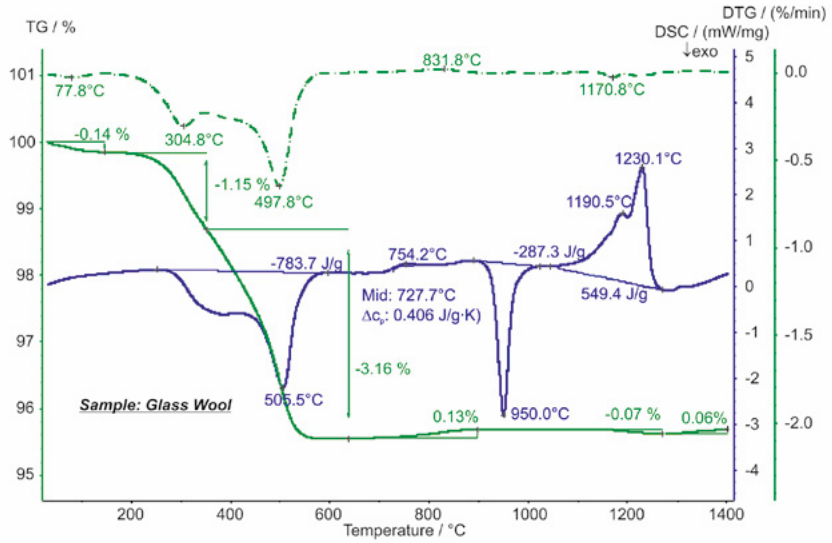
TiAl合金（32.08mg）的相变测试，采用Rh炉以20K/min升温至1600°C

γ-TiAl的相转变

难熔合金γ-TiAl一般用于航空航天领域的涡轮发电机、燃气涡轮和发动机。图中DSC曲线显示，在外推起始点温度1195°C时有一吸热效应（峰值温度为1323°C），为α2→α相转变过程。在1476°C（峰值温度）时，α向β相转变。DSC曲线上1528°C时的吸热峰主要是样品的熔融过程（起始点温度：1490°C，液相线温度大约1560°C）。在整个测试过程中，样品质量无明显变化。

建筑材料–玻璃棉

玻璃棉常用于建筑和加热管道的保温隔热。测试结果显示样品在600°C之前有三步失重，主要是水分的挥发和有机粘合剂的烧失，后者可通过DSC曲线上对应温度范围内存在明显的放热峰进行判断。DSC曲线在728°C时的台阶变化是玻璃化转变（比热增加0.41J/g·K）。950°C的放热峰主要是结晶过程，其热焓值为-287J/g。在1050°C至1250°C之间发生熔融，其吸热峰的热焓值为549J/g。700°C以后的质量变化可能是杂质的氧化和挥发。



建筑材料（49.71mg）的分解测试，使用SiC炉，空气气氛，升温速率20K/min

技术参数

STA 449 F3 Jupiter®	
系统结构	立式顶部装样系统
温度范围	-150°C ... 2400°C
炉体	多样的炉体，包括快速升温炉，水蒸气炉 从低温至高温，例如银炉，铂炉，钨炉等
自动炉体提升机构	双提升机构控制两个炉体或一个炉体加自动进样器
升温速率	▪ 0.001 ... 50K/min（取决于炉体种类） ▪ 高达1000K/min（快速升温炉）
传感器类型	TGA，TGA-DTA，TGA-DSC，TGA-DSCc_p，悬挂式特殊支架。传感器可以在短时间内轻松更换
真空度	10^{-4} mbar
自动真空	软件控制的自动抽真空（选件）
真空系统	一个或两个炉体，手动或软件自动控制（选件）
测量气氛	惰性，氧化，还原，动态/静态，真空
抗氧装置（OTS®）	选件
自动进样器（ASC）	20位（选件）
气体流量控制	玻转流量计，内置自动质量流量计（选件）
温度灵敏度	0.001K
天平灵敏度	0.1µg（全量程范围内）
天平漂移	< 5 µg/hour
最大样品量	35000mg（包含坩埚）
TGA测量范围	25000mg
最大样品体积	▪ TGA: 高达5ml ▪ DSC: 0.19ml ▪ DTA: 0.9ml
DSC热焓精度	± 1%（标准金属）
逸出气体分析	QMS，GC-MS，FT-IR联用，Pulse TA® (选件)
特殊仪器选件	▪ 手套箱版 ▪ 热室版

软件特点

	STA 449 F3 Jupiter®
操作系统	Windows®操作系统
常规软件特性	▪ 多任务：可同时执行测量与数据分析 ▪ 多模块化：使用同一计算机控制不同的仪器 ▪ 综合分析：在同一图谱中比较与分析STA，DSC，TGA，DIL，TMA与DMA数据 ▪ 坐标范围可调 ▪ 图形和数据导出 ▪ 计算一阶与二阶微分，包括峰值温度 ▪ 存储与恢复分析状态 ▪ 上下文相关的帮助系统
DSC相关特性	▪ 测定起始温度，峰值，拐点和终止温度，可进行峰的自动搜索 ▪ 分析放热与吸热峰面积（热焓），提供多种基线类型可选；支持部分峰面积分析 ▪ DSC积分曲线 ▪ 玻璃化转变综合分析 ▪ 结晶度 ▪ O.I.T.（氧化诱导时间）
TGA相关特性	▪ 质量变化，单位%或mg ▪ 自动分析质量变化步骤，包括残余质量分析 ▪ 外推的起始点和终止点 ▪ TGA-BeFlat®功能可以自动进行基线修正 ▪ c-DTA®：计算型DTA信号，分析特征温度与峰面积（单TGA测量的可选功能） ▪ Super-Res®：速率控制质量变化（选件）