



禹重科技[®] ÜZONGLAB

成分分析仪器 | 表面测试仪器 | 样品前处理仪器



TA INSTRUMENTS

热分析系统



禹重科技 ÜZONGLAB

全国销售和售后服务电话：400-808-4598

地址：上海市闵行区春申路2525号芭洛商务大楼(201104)

成分分析仪器 | 表面测试仪器 | 样品前处理仪器

总机：021-54305890

传真：021-54330867

网址：www.uzong.cn

邮箱：shanghai@uzong.cn

DSC

Q2000 • Q200 • Q20



差示扫描量热仪

Q2000



Q2000是TA仪器DSC产品线中的顶尖研发级产品，具有卓越的基线稳定性、高灵敏度和高分辨率。Q2000配备最顶尖的DSC技术—专利高级Tzero®(T零)技术，同时拥有业界翘楚的多项领先技术，包括调制DSC®技术、50位智能自动进样器以及多项硬件和软件改进，使得Q2000成为高效、多功能、易于操作的DSC。另一项高附加值的新特点就是铂金Platinum™软件，它可以自动安排在非工作时间进行多项测试，保持Q2000始终处于最佳工作状态。我们为您提供多种附件，包括全新的差示光量热单元(PCA)、压力DSC和适合不同需求的冷却附件，使得Q2000 DSC能最大限度地满足研究者的多种需求。

技术参数

技术

Tzero®技术	高阶型
MDSC®	高阶型
直接 Cp 测量	标配
Platinum 铂金软件	标配

硬件特点

全屏 VGA 触摸屏	标配
Tzero测试炉(用户可更换)	标配
50位自动进样器	标配
自动炉盖 II	标配
双气路数字式质量流量控制器	标配
全温程冷却附件 (LNCS, RCS90, RCS40, CCS, FACS, QCA)	选配
压力 DSC	选配
光量热单元(PCA)	选配

性能

温度范围	室温 ~ 725°C
配备冷却附件	-180 ~ 725°C
温度准确度	± 0.1°C
温度精确度	± 0.01°C
量热重现性 (钢 标准金属)	± 0.05%
量热精确度 (钢 标准金属)	± 0.05%
动态测量范围	>± 500 mW
基线弯曲度 (Tzero; -50 ~ 300°C)	10 μW
Tzero基线重现性	± 10 μW
灵敏度	0.2 μW
钢峰高/半峰宽 (mW/°C)*	60

*钢峰高与半峰宽比值: 1.0mg标准金属钢在氮气(N₂)气氛下以10°C/min升温 (该值愈大表明仪器性能愈好)。

Q200



Q200是TA仪器配置专利Tzero®技术的多功能研发级DSC，拥有的多项Q2000性能指标使得Q200超越了竞争对手的研发级产品。它还拥有相当的升级空间，如MDSC®、50位智能自动进样器以及光量热单元(PCA)。革新的技术、优良的性能、宽阔的升级空间和人性化的操作模式使得Q200对任何实验室来说都是极佳的选择和得力助手。

技术参数

技术

Tzero®技术	基本型
MDSC®	选配
Platinum 铂金软件	标配

硬件特点

全屏 VGA 触摸屏	标配
Tzero测试炉(固定)	标配
50位自动进样器	选配
自动炉盖 II	标配
双气路数字式质量流量控制器	标配
全量程冷却附件 (LNCS, RCS90, RCS40, CCS, FACS, QCA)	选配
光量热单元(PCA)	选配

性能

温度范围	室温 ~ 725°C
配备冷却附件	-180 ~ 725°C
温度准确度	± 0.1°C
温度精确度	± 0.05°C
量热重现性 (钢 标准金属)	± 0.1%
量热精确度 (钢 标准金属)	± 0.1%
动态测量范围	>± 500 mW
基线弯曲度 (Tzero; -50 ~ 300°C)	10 µW
Tzero基线重现性	± 10 µW
灵敏度	0.2 µW
钢峰高/半峰宽 (mW/°C)*	30

*钢峰高与半峰宽比值：1.0mg标准金属钢在氮气(N₂)气氛下以10°C/min升温(该值愈大表明仪器性能愈好)。

Q20



Q20系列(包括Q20、AQ20和Q20P)是一款经济、通用、易操作的DSC, 它的基线性能绝不逊色于许多竞争对手研发级的产品。Q20家族产品稳固、可靠, 是研发、教学和工业中的理想测试工具。AQ20可用于无人照看的多至50个样品的顺序或随机测试。Q20和AQ20均包括双气路数字式质量流量控制器。Q20P可用于压力敏感性材料, 或加热时易产生挥发性成分的材料的研究。

技术参数

硬件特点	Q20	AQ20	Q20P
Tzero®测试炉(固定)	标配	标配	无
用户可更换测试炉	无	无	是
50位自动进样器	无	标配	无
自动炉盖 II	无	标配	无
双气路数字式质量流量控制器	标配	标配	无
全量程冷却附件 (LNCS,RCS90,RCS40,CCS,FACS,QCA)	选配	选配	只可选配QCA
压力DSC	无	无	标配

性能	Q20	AQ20	Q20P
温度范围	室温~725°C	室温~725°C	室温~725°C
配备冷却附件	-180~725°C	-180~725°C	-130~725°C
温度准确度	± 0.1°C	± 0.1°C	± 0.1°C
温度精确度	± 0.05°C	± 0.05°C	± 0.05°C
量热重现性(钢 标准金属)	± 1 %	± 1 %	± 1 %
量热精确度(钢 标准金属)	± 0.1 %	± 0.1 %	± 0.1 %
动态测量范围	± 350 mW	± 350 mW	± 350 mW
数字分辨率	>0.04µW	>0.04µW	>0.04µW
基线弯曲度(-50~300°C)	<0.15 mW	<0.15 mW	无
基线重现性	< 0.04 mW	<0.04 mW	无
灵敏度	1.0 µW	1.0 µW	1.0 µW
钢峰高/半峰宽(mW/°C)*	8.0	8.0	无

*钢峰高与半峰宽比值: 1.0mg标准金属钢在氮气(N₂)气氛下以10°C/min升温(该值愈大表明仪器性能愈好)。

Q系列™DSC技术



Tzero®测试炉设计

Tzero® DSC炉体是世界上第一次同时兼顾加热和冷却操作性能的炉体设计。它采用了多项革新性的技术，配合专利技术的传感器(后置)提高了样品台和参比台高度。传感器由一整块康铜加工成形，具有对称、耐用、壁薄、高响应等特点，并与银质加热块由铜焊接成一体。

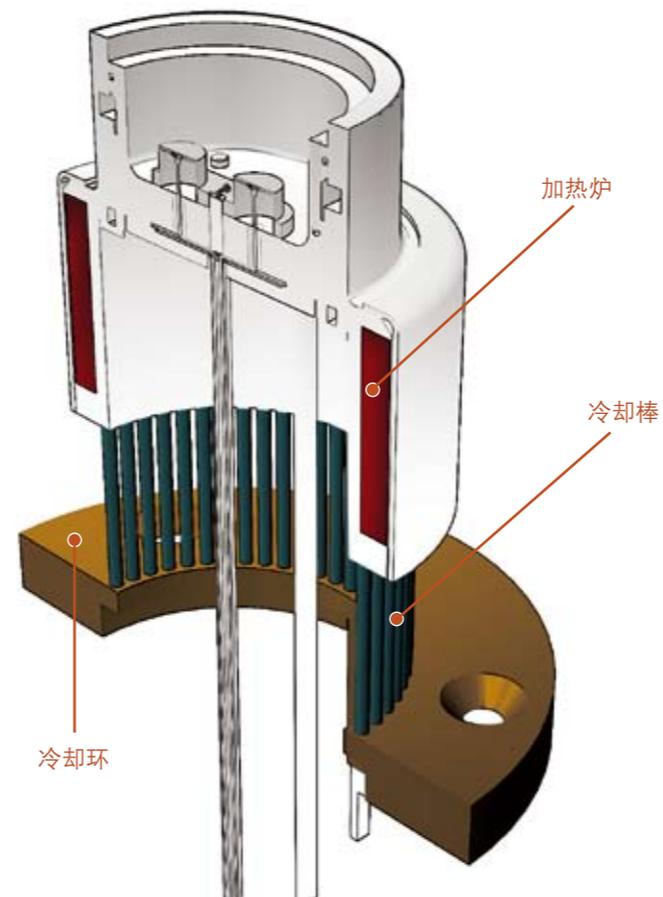
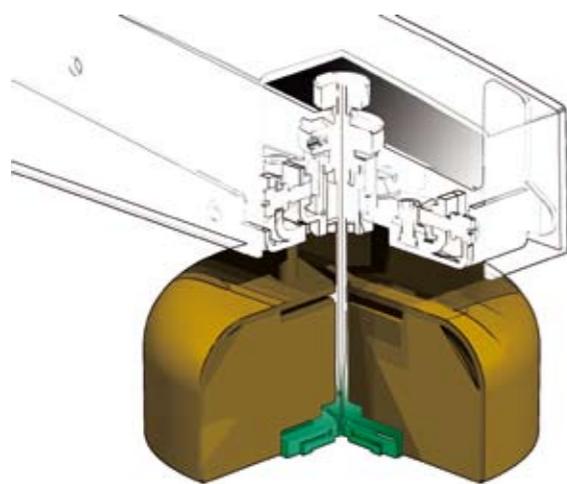
优点：可以提供快速的信号响应、平稳的基线、出色的灵敏度和分辨率以及最好的数据准确度和较长的使用寿命。

一只新型镍铬/康铜的Tzero热电偶对称地置于样品台和参比台的中点位置，可以独立测量温度并作为炉温控制传感器，确保等温实验温度的精确控制；配合对称的镍铬圆片面式热电偶分别焊接于样品台和参比台下方，这种设计利于独立测量样品与参比间的热流，从而实现超效的DSC和MDSC®的实验效果。

自动炉盖 II

Q2000、Q200和AQ20拥有新型改良的炉盖装置，该装置包括双银质炉盖和圆盖状的隔热层。自动炉盖能根据需要自动开、闭炉体。

优点：提高炉体的隔热效果，更准确地测量热流。



冷却棒和冷却环

创新性的54根高热导性镍合金冷却棒对称排布，将银质炉体和冷却环有效连接在一起。这种设计可在较宽的温度范围内达到更好的冷却效果，冷却速率快，并可实现从加热到冷却的瞬时转变。配备新型冷却附件，可在等温、程序降温 and MDSC® 实验中达到更低的实验温度和无可比拟的基线性能；同时大大缩短了实验间的等待时间。

加热炉

Tzero® 传感器附着在高热导性的银质炉体上，加热体采用坚固耐用的Platinel™缠绕而成。吹扫气体由数字式质量流量控制器精确计量，并均匀地加热到样品室温度后导入样品室。

优点：炉体设计为样品和参比提供均匀一致的热环境。控温系统可以创造出准确的等温模式、线性变温模式和快速的温度响应，最高升温速率可达200°C/min。炉体寿命更长，吹扫气体流动更稳定，数据更可靠。

Platinel™是Engelhard Industries公司的注册商标。

Q系列™附件

自动进样器

对Q系列DSC而言，拥有专利技术的自动进样器提高了仪器性能和效率。它可以提供在无人照看的情况下，使Q2000、Q200和Q20(AQ20)执行高可靠性的操作。自动进样器设有高达50个的样品位、5个参比位，可以为研发与分析实验夜以继日地工作。样品臂可按预设程序或任意秩序装载或移出样品盘和参比盘。专用光学传感器辅助样品臂精确控制定位和系统自动校正。与TA仪器智能热分析软件Thermal Advantage™配合，整个DSC系统可以获得最高的工作效率，同时自动分析软件模块可以预编程、比较和显示实验结果。

*美国专利NO 6,644,136; 6,652,015; 6,760,679; 6,823,278

Platinum™软件

为了进一步确保得到高质量的数据，全新配备自动进样器的Q系列DSC(Q2000, AQ200, AQ20)可以充分利用Platinum™软件的功能特点，包括：用户自动确定实验进度，在仪器空闲时间进行多种校正、确认和诊断测试，以确保DSC能一直保持最佳工作状态。Platinum软件使Q系列DSC的全线产品能在完成分析后email通知操作人员，仪器也可自动更新升级为Q系列Advantage软件。



Tzero® DSC样品封装和压片机

样品的制备是得到高质量DSC测试结果的一个关键因素。新的Tzero压片机广泛适用于多种材质的卷边和密封，优化了样品密封的性能和便利性。这种通用压片机具有光滑的操作机械装置，可以自动调整施力大小。该压片机有四个模块，分别针对Tzero铝盘、Tzero铝制密封盘/盖、标准铝盘和标准铝制密封盘。便于操作是根本的设计理念，每套模块具有磁性，可以不借助工具并无需调整就将模块自动装载在压片机上。另外，每种模块用颜色区分，分别对应相应的盘、盖。如此出众的设计，可以避免人为错误，而且简单易用。



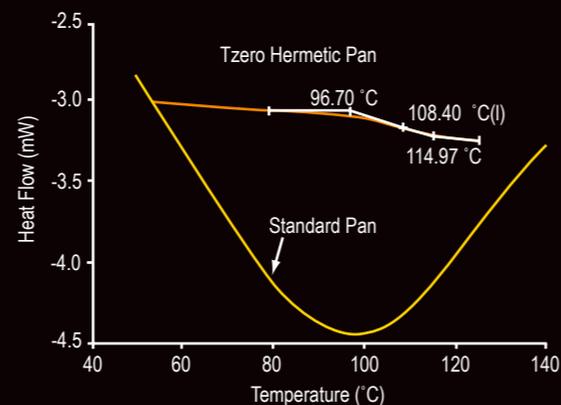
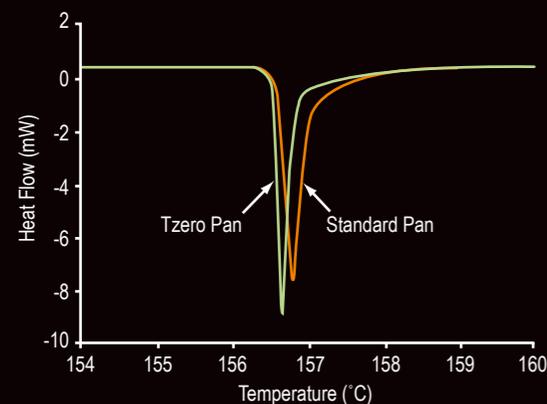
TZERO® 系列盘/盖

DSC样品盘/盖

TA仪器提供多种不同材质、不同规格的样品盘，用以满足客户多种常规和特殊应用的需求。严格的流程控制提高了标准样品盘/盖的质量和性能，同样，全新Tzero系列样品盘/盖也有卓越性能。Q2000系列DSC业界翘楚的一个关键因素就是全新Tzero™高性能样品盘/盖，在需要灵敏度、分辨率、热焓和温度精确度的重要的DSC实验中确保了无可比拟的数据质量。

配合先进的技术和至精的加工性能，Tzero盘能够提供相比上一代产品和竞争对手产品更好的性能，这点可从钢标准样品的测试中得以证明。如下图，可见采用Tzero盘与标准盘相比，熔融峰的质量极大地提高。

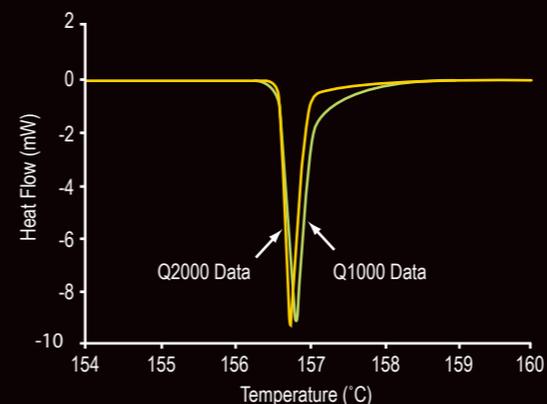
Tzero密封盘的应用如下图所示。该实验分别在密封盘和标准盘中进行酪蛋白DSC测试。酪蛋白中含有一定的吸收水分，该水分会在加热过程中挥发，因此在普通标准盘测试结果中会显示极大的吸热峰。然而，在Tzero密封盘中，挥发过程被抑制，酪蛋白的玻璃化转变也清晰可见。



标准系列盘/盖

TA仪器一直坚守提高DSC盘/盖技术的承诺，采用标准盘配合新的压片机，测试性能同样有显著提高。钢的测试结果如下图所示，可见钢的熔融峰的尖锐度有所提高，这表明提高了测试的分辨率。

DSC盘/盖主要包括铝盘、涂层铝盘、铜盘、金盘、铂金盘、石墨盘和不锈钢盘。它们分别可以在不同的温度范围内使用。样品可以在敞口盘、加盖盘或完全密封盘以及压力盘中采用标准的DSC模式进行实验，也可以在PDSC测试单元控制压力的情况下，利用敞口盘进行实验。所有的标准铝制样品盘具有同样的使用温度范围和耐压指标，具体指标参照下表：



标准盘	Temperature (°C)	Pressure
Aluminum	-180 to 600	100 kPa
Platinum	-180 to 725	100 kPa
Gold	-180 to 725	100 kPa
Graphite	-180 to 725	100 kPa

密封盘	Temperature (°C)	Pressure
Aluminum	-180 to 600	300 kPa
Alodined Aluminum	-180 to 600	300 kPa
Gold	-180 to 725	600 kPa
Hi Volume	-100 to 250	3.7 MPa
Pressure	Amb. to 250	10 MPa

压力DSC

Q20P是专用的压力DSC系统，可以用来测量对压力敏感的材料的热流，适用的温度范围从-130~725℃，压力范围1Pa(0.01torr)至7MPa(1000psi)。该测试仪器拥有普通DSC测量技术，并配备有压力控制阀、压力表、过压保护装置。压力测试单元也可以作为Q2000 DSC的附件，同时也可作为标准的测试单元(常压)，在-180~725℃的温度范围内进行实验。



数字式质量流量控制器

高精度的DSC实验要求非常稳定的吹扫气流，标准配置的气体数字式质量流量控制器及自动气体切换装置，可在软件中将吹扫气体流量作为DSC的独立事件进行控制。吹扫气体流量可在0~240mL/min的范围内调节，调节的增量为1mL/min。另外，系统已进行氦气、氮气、空气和氧气等相关气体的预校正，并且提供了输入其它种类气体校正因子的功能。

光量热单元(PCA)

Q2000和Q200 DSC可以配备改进的光量热单元(PCA)，进行-50~250℃温度范围内的紫外/可见(250~650nm)光固化材料的表征。高压汞光源提供的紫外线/可见光，经过一个具有中性或光谱通带滤波器的双路透光导引装置后引入到样品腔。Tzero®技术可直接测量样品和参比位的光强度，还可同时测量两个样品。



温度控制选配件

机械制冷系统(RCS90和RCS40)

如果想在较宽的温度范围内获得免维护和无需照看的DSC和MDSC[®]实验，机械制冷系统(RCS)是理想的选择。因为RCS是只需电力的密闭系统，相比较需要冷却剂的冷却方式，如液氮制冷等，由于添加冷却剂比较麻烦，并且成本增加，所以RCS的优点显而易见。TA仪器现在可以提供两种型号的机械制冷装置：RCS90和RCS40。两种型号的机械制冷均采用同样的冷却头，该冷却头稳妥地置于Q系列™的DSC炉室上，而且完全消除了通常在其它同类产品中会出现的低温结霜现象，可以实现线性程控冷却或快速冷却。

RCS90 程控线性冷却速率, 从 550°C(上限)*

线性冷却速率	温度下限
100°C/min	300°C
50°C/min	120°C
20°C/min	-20°C
10°C/min	-50°C
5°C/min	-75°C
2°C/min	-90°C

*根据实验室条件不同，性能会略有差异。



RCS90

RCS90采用两步闭环蒸发冷却系统，实现-90~550°C范围内的控温，便于常规DSC和MDSC实验操作。一般RCS90的程控冷却速率的详细情况见上表，从500°C冷却到室温只需7分钟。所有的Q系列DSC产品均可配备RCS90系统。

RCS40

RCS40采用单级冷却系统，实现-40~400°C范围内的程序控温，便于常规DSC和MDSC实验操作。RCS40的程控线性冷却速率的详细情况见下表，从400°C冷却至室温只需7分钟。所有的Q系列DSC均可配备RCS40系统。



RCS40 程控线性冷却速率, 从400°C(上限)*

线性冷却速率	温度下限
65°C/min	250°C
50°C/min	175°C
20°C/min	40°C
10°C/min	0°C
5°C/min	-15°C
2°C/min	-40°C

*根据实验室条件不同，性能会略有差异。

温度控制选配件

液氮冷却系统(LNCS)

液氮冷却系统(LNCS)是实现冷却最高效、最灵活的方法。它最低温度可达-180°C，最快冷却速率为140°C/min，实验最高温度为550°C。典型的LNCS程控冷却速率如下表所示，从550°C冷却至室温只需5分钟。LNCS液氮罐具有从其它液氮源自动填充的功能，保证DSC可连续运转。所有Q系列DSC产品均可配备LNCS系统。



LNCS 程控线性冷却速率, 从 550°C(上限)*

线性冷却速率	温度下限
100°C/min	200°C
50°C/min	0°C
20°C/min	-100°C
10°C/min	-150°C
5°C/min	-165°C
2°C/min	-180°C

*根据实验室条件不同，性能会略有差异。

鳍形空气冷却系统(FACS)

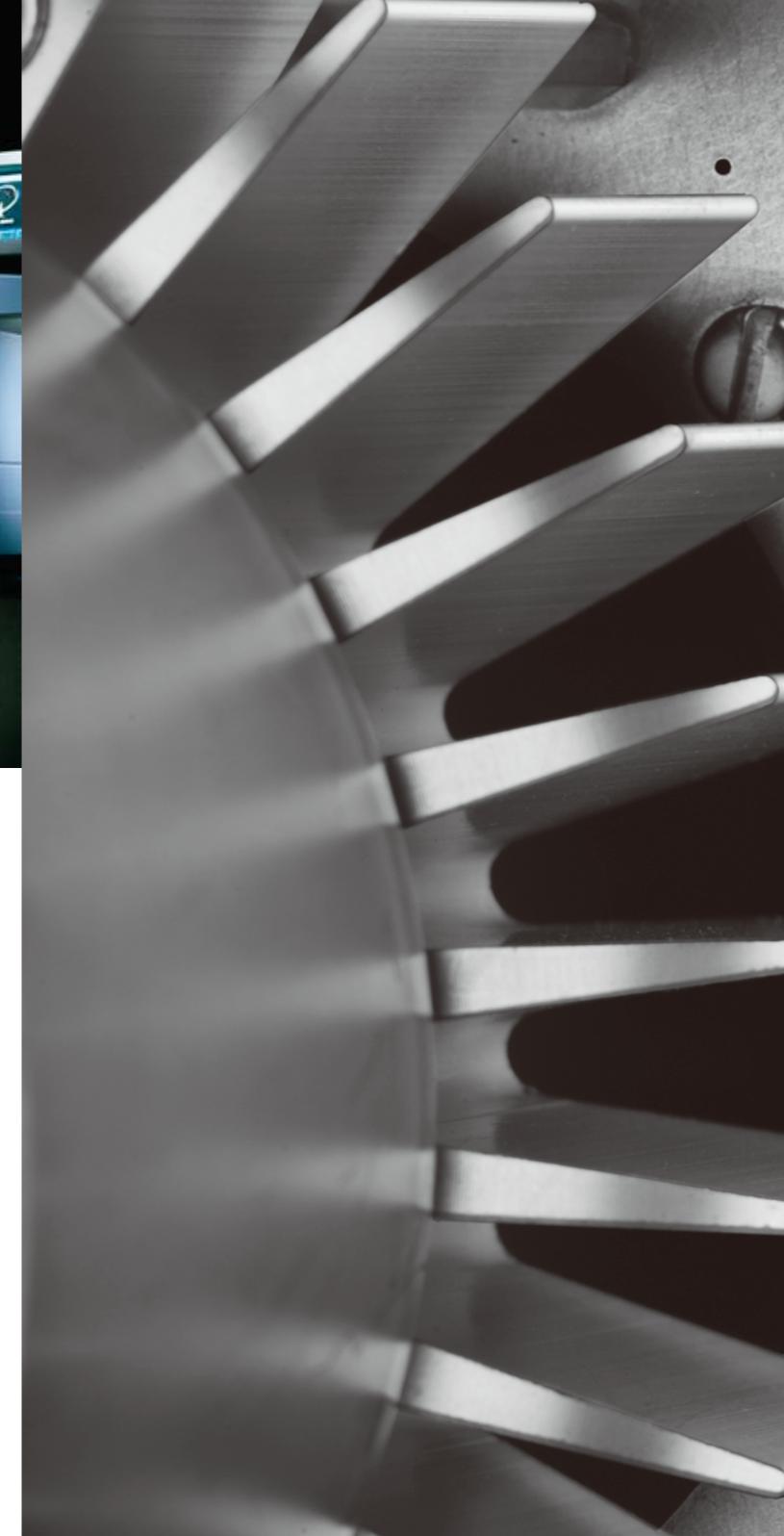
鳍形空气冷却系统(FACS)是Q系列™DSC的一项革新性冷却技术，相对于机械制冷RCS和液氮制冷LNCS，FACS是一种经济有效的冷却方法。它可用于程控冷却速率实验和热循环研究，提高样品转变时间。FACS从室温到725°C温度范围内可获得稳定的基线和线性升降温速率。

循环冷却系统(CCS)

循环冷却系统(CCS)是一款用于DSC仪器高性价比的冷却附件，适合多种冷却介质。当旧型号的仪器升级为最新的Q2xxx系列配置后，同样可以选配CCS。CCS包括一个开放式环形热交换器，浓缩的水基液体可以在其中循环。TA仪器可提供PolyScience Model 612冷却器/循环器，温度范围-5 ~ 500°C。CCS可以与任何冷却器/循环器或最低循环速率为1L/min水龙头联用。最低温度取决于冷却介质温度，可达-15°C。

快速冷却附件(QCA)

快速冷却附件(QCA)是一款手动操作冷却装置，多用于Q20 DSC，在加热至实验温度上限前将样品冷却至室温下。QCA主要为Q20 DSC配备，对于起始温度在室温以下的低温实验，可快速冷却样品；在实验结束后，快速降温以提高实验效率。QCA的推荐实验温度范围为-180~400°C。QCA的冷却杯中可以加入冰水、液氮、干冰或其它冷却介质。



TZERO[®]技术可以实现

- 比竞争对手DSC测量技术的基线平稳度好一个数量级，特别是低温段
- 超高灵敏度，源自于更平的基线和更好的信噪比
- 更好的分辨率(甚至超过功率补偿型)
- 更快的MDSC[®]实验
- 直接测量热容(Q2000)

TZERO[®] DSC技术

Tzero技术考虑了以往通常被忽略的炉体热阻和热容特性，为热流测量呈现更为精准的测试环境。综合考虑到这些影响因素，极大地提高了基线响应和重现性。同时，通过直接测量样品和参比加热速率的不同提高热流分辨率。Tzero测试技术是一项专利注册技术，只配置在TA仪器的Q系列DSC产品中。

*美国专利 No.6,431,747; 6,488,406; 6,523,998

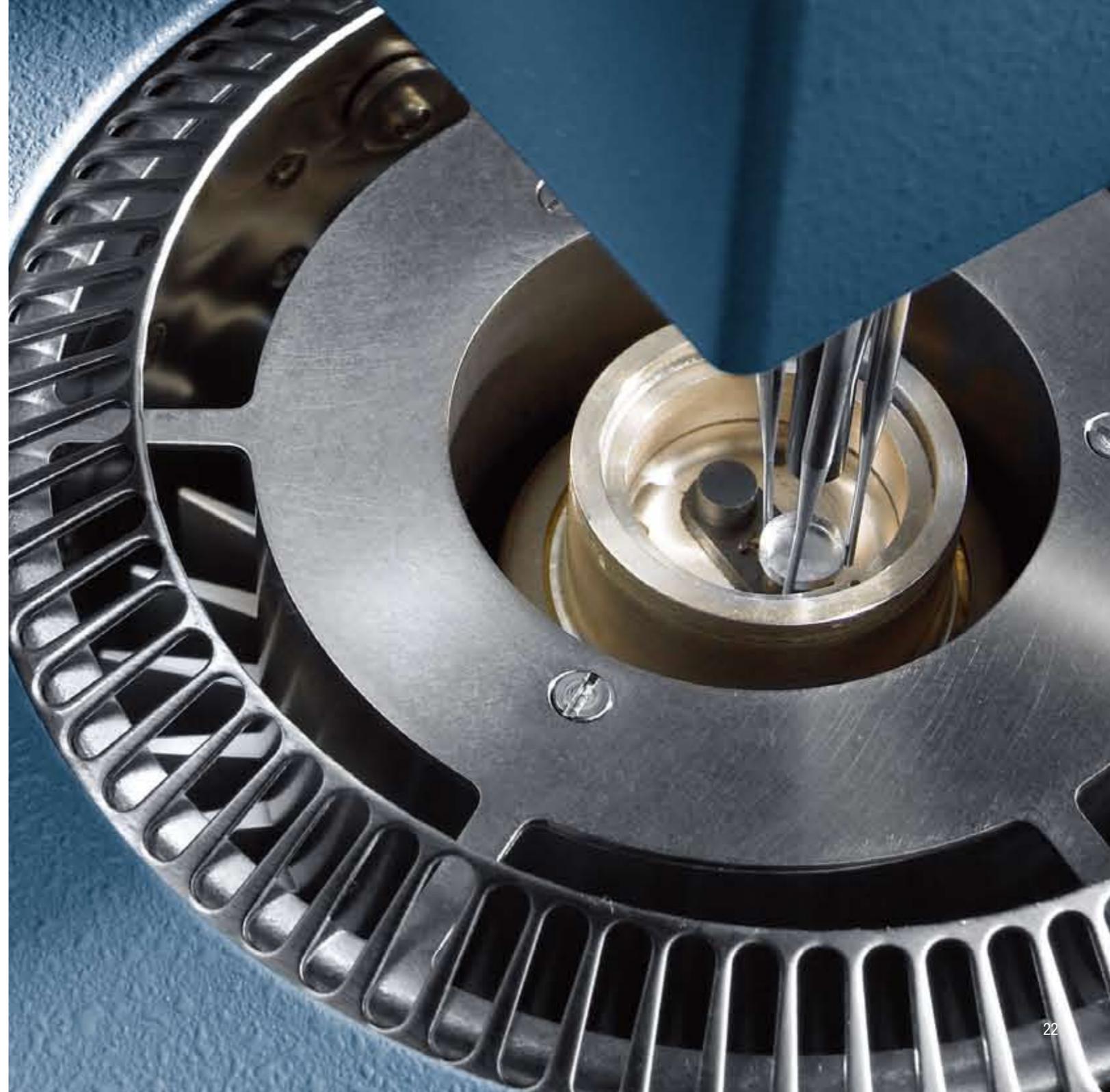
$$q = -\frac{\Delta T}{R_r} + \Delta T_0 \left(\frac{1}{R_s} - \frac{1}{R_r} \right) + (C_r - C_s) \frac{dT_s}{dt} - C_r \frac{d\Delta T}{dt}$$

Principal
Heat
Flow

Thermal
Resistance
Imbalance

Thermal
Capacitance
Imbalance

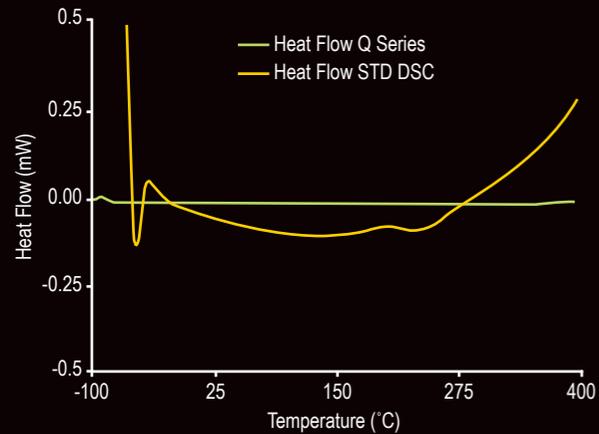
Heating
Rate
Imbalance



TZERO[®] DSC技术

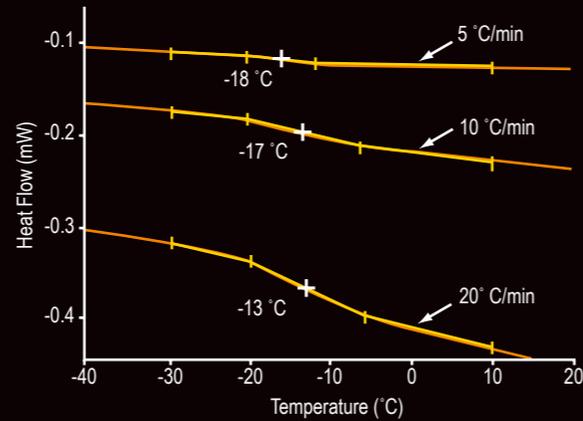
基线稳定性(平稳度)

下图为Q2000和另一热流型DSC基线的比较。可见Q2000的基线稳定性在各方面都具有明显优势。更小的起始漂移，更平直的基线，很小的倾斜。在结果比较中，通常在相同温度范围内基线漂移在1mW之内通常是可以被接受的，而Q2000的基线漂移几乎为零。



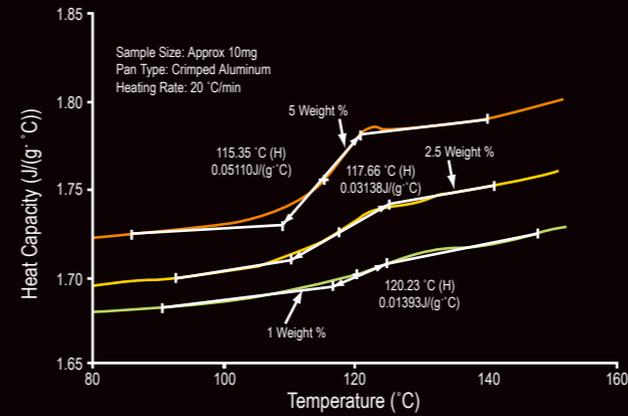
灵敏度(聚合物Tg)

下图是Q2000 DSC进行聚丙烯PP玻璃化温度在不同升温速率下的实验结果，它充分显示了Q2000的高灵敏度。PP由于它本身的高结晶度，通常DSC很难测得其Tg。然而数据表明即使非常缓慢5°C/min的加热速率下，Q2000优异的基线性能是准确测量玻璃化转变和转变微弱但宽泛材料的热容的关键。



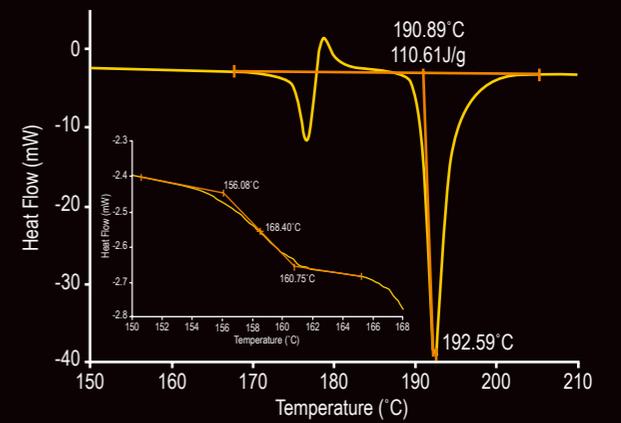
灵敏度(乳糖Tg)

下图显示出DSC在药物应用中的高灵敏度的测试水平。少量无定形乳糖的检测对于药物的研发是至关重要的，而使用Q2000 DSC, 10mg的样品量，用20°C/min的升温速率就可得到实验结果。直接的热容测量可以使Cp值的台阶变化量化，而这种量化是与无定形材料在样品中的含量成正比的。



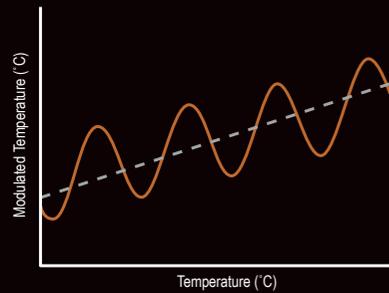
分辨率

下图显示了Tzero热流信号所固有的出色的分辨率。该药物混合物包含了一系列多形态变化，从图中每个转变峰清晰可见，同时又确保了在低温段测得微弱玻璃化转变(如内嵌图)的灵敏度。



MDSC[®] 技术可以实现:

- 将复杂转变分解为更容易理解的成份
- 提高检测微弱转变和熔融转变的灵敏度
- 在不损失灵敏度的前提下, 提高分辨率
- 直接热容测量
- 更准确的结晶度测量



调制DSC[®] (MDSC[®])技术

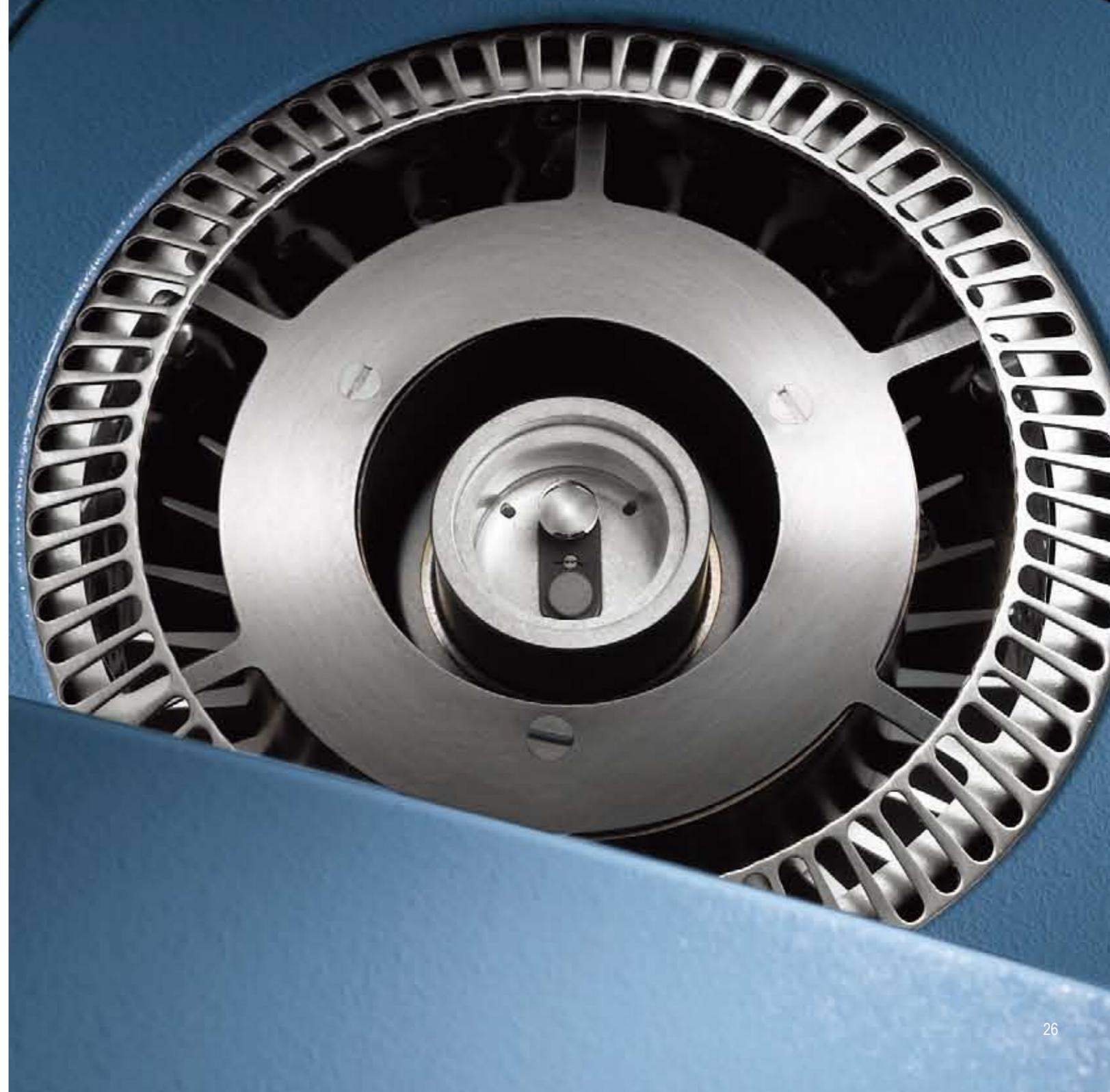
MDSC[®] 技术, 是在传统DSC线性变温程序上叠加一个正弦变化, 从而在测量热容的同时直接测量热流。在MDSC[®] 中, DSC的热流称为总热流, 热容成份为可逆热流, 动力学成份为不可逆热流。总热流信号包含所有的热转化信息, 与标准DSC的结果一样。可逆热流中包含玻璃化转变、熔融等信息; 不可逆热流中包含动力学的现象, 如固化、挥发、熔融和分解等。Q2000独有可以用标准DSC的加热速率(如10°C/min)进行实验, 大大提高了MDSC高质量数据的产量。

*美国专利 Nos. 5,224,775; 5,248,199; 5,346,306
加拿大专利 No. 2,089,225 日本专利 No. 2,966,691

$$\frac{dH}{dt} = C_p \frac{dT}{dt} + f(t, T)$$

Heat Flow = Heat Capacity Component + Kinetic Component

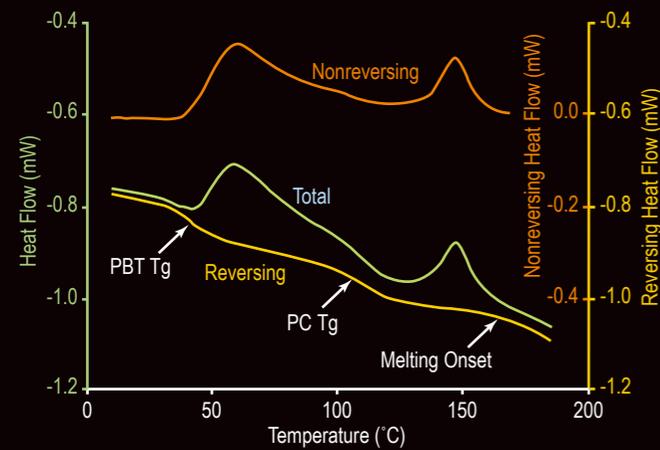
Total Heat Flow = Reversing Heat Flow + Nonreversing Heat Flow



MDSC[®]应用

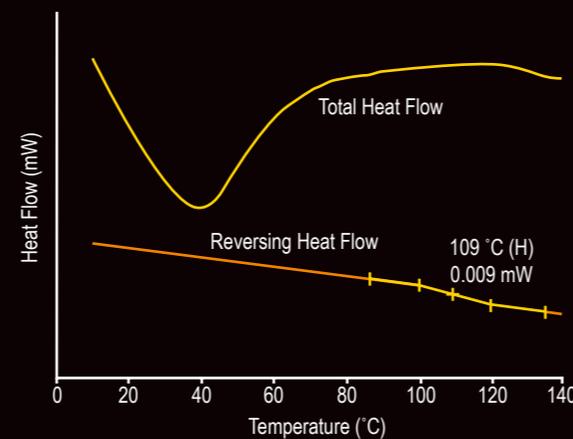
分离复杂转变

下图是聚碳酸酯(PC)和聚丁烯对苯二酸酯(PBT)热塑性合金混合物的MDSC结果。该材料显示了多个重叠变化, 所以通过总热流来解释现象非常困难。MDSC有效地分离了PBT的结晶为不可逆热流, 因此可以准确地测得每个高聚物组分的玻璃化转变温度。



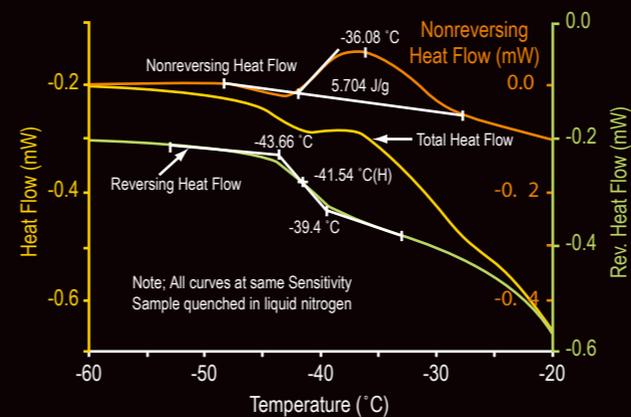
提高信号灵敏度

下图表明MDSC在检测非常微弱的转变(如高结晶度的高聚物材料或Tg隐藏在重叠热力学事件中的玻璃化转变)时超乎寻常的高灵敏度。该聚合物涂料样品量仅有2.2mg, 在总热流曲线上没有任何期望的Tg转变, 而只有在40°C有一个由于溶剂挥发造成的巨大吸热峰。但可逆热流表明在109°C附近有一个非常微弱的玻璃化转变(8.5μW), 从而充分验证了MDSC的超灵敏度。



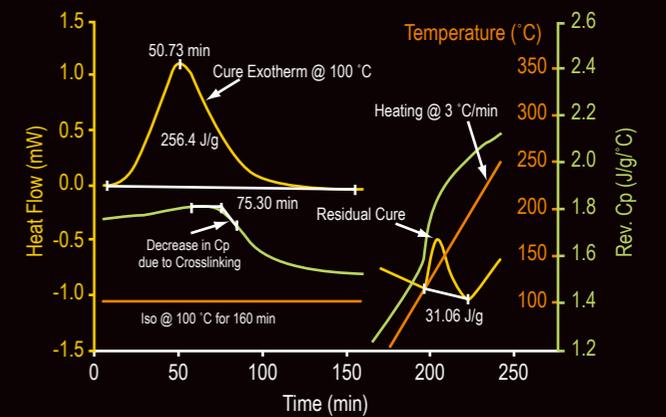
利于对图谱的解释

下图显示的是MDSC技术在食品和医药行业上的应用, 样品是40%蔗糖水溶液, 信号显示的有总热流、可逆热流和不可逆热流的信号。可逆热流信号清楚表明蔗糖在-43.6°C和-39.4°C之间存在Tg, 不可逆热流信号中的放热效应(峰温-36°C, 结晶热5.7J/g)涉及到自由水分子的结晶, 通常自由水分子在淬冷过程中由于材料在玻璃化转变区, 在活动性和分散性上明显地增加使水无法结晶。



准恒温热容

MDSC的一个主要优势就是能够在准恒温模式中测量热容, 例如恒温但有温度调制振幅。准恒温MDSC在研究固化系统中有特别的优势。下图是热固性环氧树脂的准恒温分析。在实验的第一部分, 监控在100°C恒温160分钟的固化过程, 可得在总的热流中的一个大的吸热峰, Cp值也同时降低。在第二阶段MDSC条件下, 以3°C/min的升温速率测量固化系统的Tg, 也包括残余固化的监控。



应用

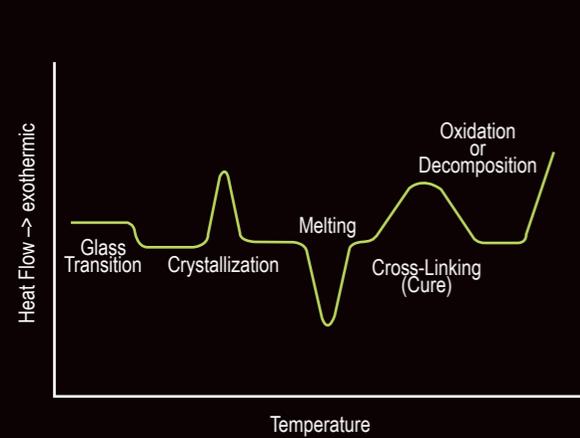
转变温度

只需很少的样品量，DSC就可以快速精确地测量转变温度。

常规检测包括：

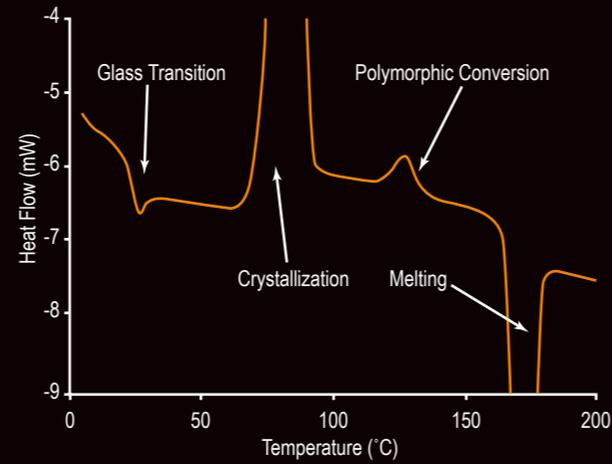
- 熔点
- 玻璃化转变
- 热稳定温度
- 氧化起始点
- 固化转化点
- 结晶温度
- 相转变温度
- 液晶
- 蛋白质变性
- 固-固相转变

下图是一个典型的DSC扫描曲线，囊括DSC中能检测的主要转变。



热流

热流是一个基本检测信号，因为所有的物理和化学变化过程都伴随有热交换。所以，DSC热流信号常常被用来量化当材料受温度变化的影响发生的很多不同转变。下图示例为一个药物样品当从室温加热至其熔融点温度时所发生的多种物理变化。DSC对于这种实验非常灵敏。

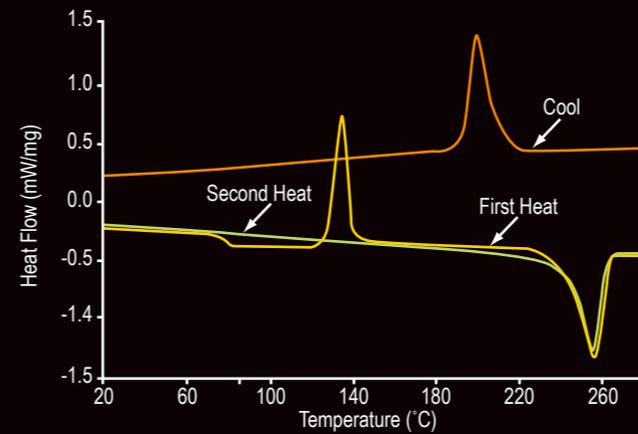


热焓

对DSC热流信号积分则可得转变的定量热焓数据。比如：

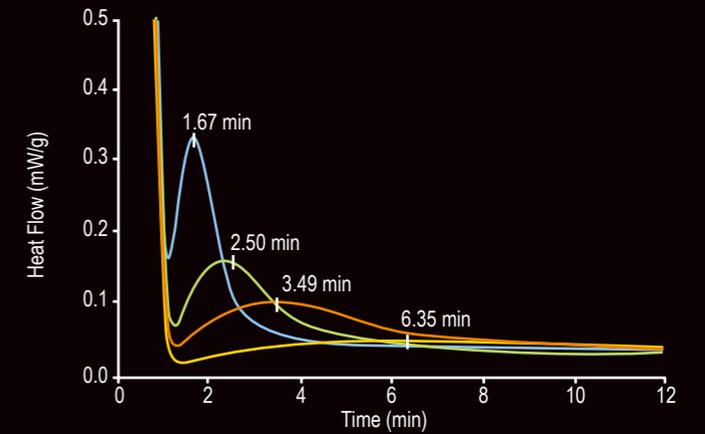
- 熔融热
- 结晶热
- 潜在爆炸性
- 固化度
- 反应热

DSC对于测定高分子材料的热历史是一个很有用的工具。实验中，对样品循环进行“加热-冷却-加热”，并比较两次循环加热的结果。下图所示为聚酯材料加热-冷却-加热的结果，通过比较第一次加热结果(有热历史)和第二次加热结果(已知热历史)，可以追溯得到材料的原始形态。该方法可以用在性能或工艺的缺陷性分析。



时间

动力学研究的是时间和温度对某个反应的影响。从等温结晶实验中，可以得到材料的动力学信息。下图是一种高分子材料等温结晶实验结果，可见该材料在熔点以下不同温度结晶。通过分析每个温度的时间对热流峰，可得不同动力学参数：活化能、速率常数和转变率。



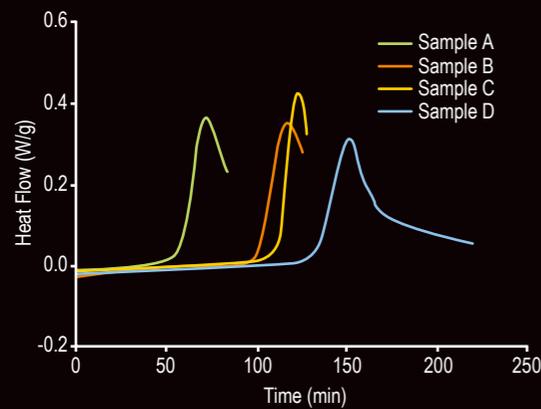
应用

压力(和时间)

PDSC可以加快氧化诱导期(OIT)实验,使氧化过程峰更加明显。下图显示的是一组含有两种成分的高分子分散体系的比较结果,同时在该样品中加入不同含量的同种抗氧化剂。从结果中非常清晰地可区分出性能的差异。该实验仅仅在两天内就得出了与“区域曝光”实验同样的结果,而后者通常需要2个月的实验时间。

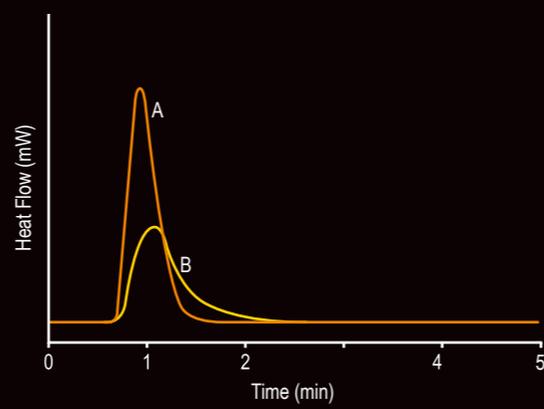
PDSC其它应用包括:

- a) 热固性固化树脂峰分析
- b) 结晶分析
- c) 化学反应的微观模拟



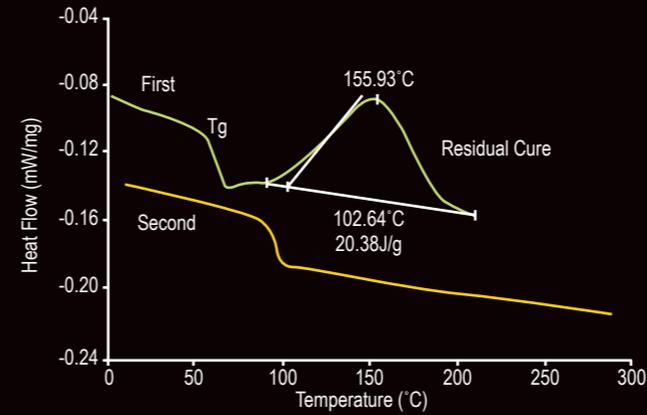
光固化

光量热单元(PCA)为评估紫外/可见光引发的反应提供了检测手段。下图是两种不同丙烯酸类配方的实验结果。一旦样品A暴露在UV光源下,固化反应立即开始。样品B反应速率要慢些,时间更长,反应活化能更低。在所有的PCA实验中,曲线的峰形和反应活化能将受到聚合物配方、添加剂、引发剂和吹扫气体等因素的影响。



固化度

热固化程度极大程度地受到加工工艺和最终使用条件的影响。DSC常常用来测试和标定环氧树脂和其它热固性材料的固化度。下图为对一种热固性材料的第一次和第二次加热扫描结果。第一次加热结果中的放热曲线表明样品并没有完全固化。通过定量残余固化,并比较两次的玻璃化转变温度,则可计算得到固化度。



药物多晶形分析

药物材料通常有多种结晶体称为多晶形。它们拥有同样的化学结构,但是晶体结构不同,则极大程度地影响其物理性质,如可溶性、生物药效率和储存期。DSC是用来检测药物多晶形的通用手段。通过加热-冷却-再加热技术,可以研究和量化不同晶体形态的稳定性。下图为一种药物材料的DSC分析结果,监控该无定形混合物的加热过程可得到三种不同的晶体。

