

HEL 成立于 1987 年，是全球首屈一指的过程工艺及安全专业咨询机构，同时也是一家致力于为客户提供专业化的化学反应过程筛选，工艺开发，过程优化，以及反应危害评估设备的国际集团企业。HEL 涉及的主要领域包括：制药及药物研发，精细化工，石油化工，以及其它与化学相关的行业。HEL 具有超过 20 年的成功经验，并已经成为相关领域的专家：

- | 反应危害及量热，泄爆口设计
- | 过程研发及优化
- | 烟尘及粉末可燃性研究
- | 其它危害性评估服务，包括：专家鉴定，HAZOPs，DIERs，事故调查以及各种相关的专业培训



HEL
better chemistry – faster

HEL Inc // New Jersey // USA e: info@hel-inc.com
 HEL Italia // Milan // Italy e: helitalia@helgroup.com
 HEL AG // Germany e: helag@helgroup.com
 HEL India // New Delhi // India e: info@helindia.com
 HEL China // Beijing // China e: info@helchina.com

HEL Ltd // UK HEADQUARTERS // 9-10 Capital Business Park //
 Manor Way // Borehamwood // Hertfordshire // WD6 1GW // UK
 t: +44 (0) 20 8736 0640 f: +44 (0) 20 8736 0641 e: info@helgroup.com

英国赫尔公司北京代表处 电话: +86 10 8210 1033 传真: +86 10 8216 8022
 北京市海淀区中关村南大街乙 12 号 天作国际中心 1-A-1701, 100081

www.helchina.com



量热及危害评估

过程放大的安全评估工具



产品选择指引

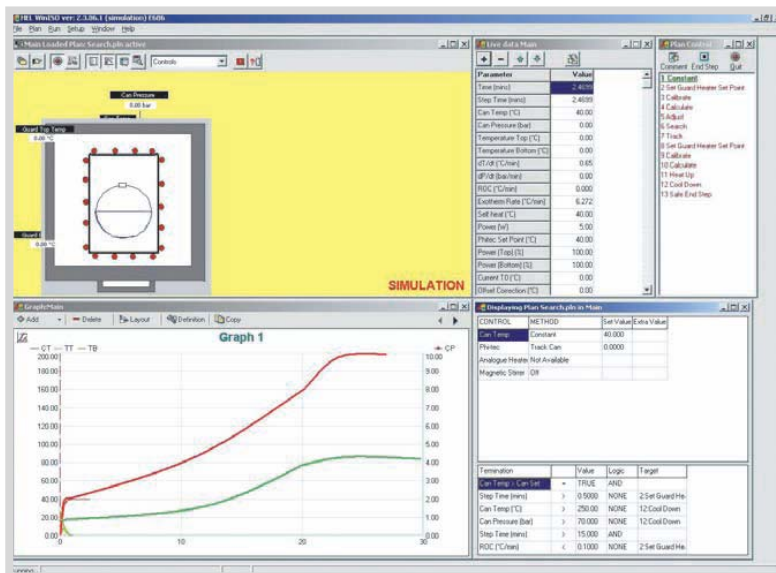
众所周知，过程安全放大是一项严谨而复杂的系统工作，没有任何一款仪器可以独立完成。HEL集20余年为大企业客户及其实验室提供安全及危害评估专业服务和产品的卓越经验，所开发的四种相辅相成、互为补充的主要过程放大安全评估工具深受用户好评，它们不但能独立地完成各自阶段性的实验目标，也可以在同样一套软件系统中快速切换、协同工作，完成全面的过程放大安全研究工作。我们给您的建议是：根据应用，恰当选择。

应用 APPLICATION	解决方案 SOLUTION	
<p>化学稳定性筛选</p> <p>化学物质的热稳定性 安全的过程/操作温度 反应热及潜在温度上升 体系的潜在压力上升</p>	<p>TS^U 快速筛选量热仪</p> <p>仅使用 0.5 ~ 5.0g 的样品 即可给出明确的热危害数据 并且包括压力数据</p>	<p>TS^U 在绝大多数情况下可以作为 DSC 热危害筛选的替代设备，其优于 DSC 的是：可提供对于安全评估至关重要的压力数据，样品量更大、检测数据更具代表性和可靠性</p>
<p>过程控制及放大数据</p> <p>规模放大的制冷量 完全反应的时间 加料速率的影响 反应总热焓及潜在温升 反应动力学</p>	<p>SIMULAR 反应量热仪</p> <p>在具搅拌的可控反应釜中（通常为 1L），准确测定反应的放热速率，反应釜的温度、压力、定量给料等均为可准确控制的反应条件</p>	<p>反应量热仪主要用于对“希望发生的反应”的精确研究 SIMULAR 是同类产品市场中操作最为简便的反应量热仪，无需任何输入，量热数据全过程实时显示。安全专家或普通过程研发人员都能够快速有效地使用它</p>
<p>精确的化学稳定性及反应失控数据</p> <p>在放热反应起始点 总热焓及绝热温升 全过程温度和压力变化 反应动力学 泄爆口规格</p>	<p>PHITEC 绝热加速量热仪</p> <p>模拟大规模反应或实际工厂条件下的反应行为，并提供更全面的数据，以便避免反应失控等问题的发生或降低其危害性</p>	<p>绝热量热仪主要用于对“不希望发生的反应”的精确研究 PHITEC I 基于陶氏化学 ARC 的基本原理并进行了必要的改进，用户使用评价远远优于其它同类产品 PHITEC II 是最早和最先进的 Low ϕ 绝热量热仪</p>

通用的标准软件平台

基于HEL通用的 winISO 软件平台
简便直接的可视化操作，具有多种独特功能：

- 实时生成图表及模拟数据
- 所有试验条件实时编辑/修改
- 任何反应参数异常变化及时警告并停机
- 数据文件直接输入/输出为标准软件包



TS^U快速筛选量热仪——操作简便、快速、可靠

TS^U作为反应危险评估筛选第一步的工具，提供了比传统的DSC/DTA更全面的数据支持和应用方案

应用范围：化学品稳定性快速扫描——化学品的热稳定性；安全的操作/过程温度；潜在的温度/压力上升幅度

作为有效的反应危险性筛选方法，有必要检测两个主要数据，即：

| Onset ——放热反应的温度突变起始点

| Runaway ——反应失控的压力突变起始点

TS^U除了可以提供与DSC/DTA类似的温度数据以外，

还可以提供反应全过程压力数据，反应失控压力/时间

TS^U使用1~8mL (10mL)的样品测试池，样品量更具代表性



TS^U的主要特点：

化学危险品热危害性快速筛选方法

更宽的温度/压力范围

可同时获得温度和压力数据

可实现高压条件下反应过程中手动或自动加料

快速的样品转换，大样品量更具代表性

运行成本低于其它同类方法

获得的主要数据：

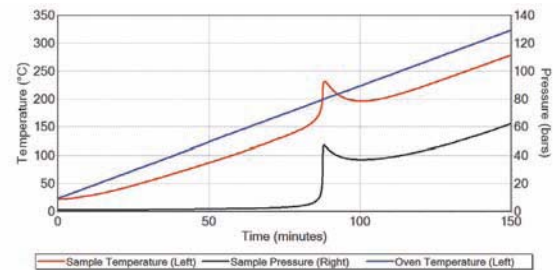
放热反应的温度突变起始点

反应失控的压力突变起始点

温度/压力上升速率

最高温度和最大压力

表征气体的产生，表征能量释放



2g 样品，清晰的温度/压力突变，无需丰富经验即可得到准确结果

操作模式：

标准操作模式包括用户自定义的样品加热速率（标准 0.5 - 10°C/min），全过程准确记录温度和压力数据。线性偏离点（如峰型曲线）即为放热反应‘Onset’温度。后续的温升曲线无需任何计算，可直接反映危害的严重程度

可选的操作模式包括：等温扫描、双梯度扫描、恒温-升温扫描

操作范围：

温度范围：环境温度 - 400°C，控温精度 0.01°C

压力范围可选，标准配置 0 - 200 bar

测试池规格：

8~11mL 球形测试池，材料：玻璃、不锈钢、哈氏合金及其它合金

大样品池具有更好的样品代表性，可测试各种液体、固体及混合物样品

TS^U应用实例

一组硝化纤维染料样品的快速扫描：

对一系列不同颜色的硝化纤维染料（0.5g）进行测试，以 2°C/分的速率从室温加热到 280°C，以评价其热稳定性。测试结果可以从对比表中看出：紫色素热稳定性最差，放热反应起始温度（ONSET）为 127.4°C

颜 料	Onset T (°C)	T Max (°C)	dT/dt Max (°C/min)	dP/dt Max (Bar/min)
紫 色	127.4	338.8	318.4	497
黄 色	139.5	302.5	269.5	550
红 色	149.3	392.8	422.8	630

SIMULAR 无需校准，不必离线计算，理想的过程放大安全工具

过程放大是否安全高效，取决于反应量热模拟工具能否尽量接近实际生产条件同时，在反应量热仪中得到尽可能多的参数信息也是非常重要和必要的

SIMULAR 的主要特点：

- | 量热专家及过程研发化学家的理想工具
- | 先进的直接量热方法，非简单量热模块
- | 无需校准，自动给出实时反应放热数据
- | 操作简便，无需专业的量热知识
- | 可根据客户需求定制

获得的主要数据：

- | 反应热焓 (ΔH_r)
- | 反应热的积聚
- | 反应放热速率 (Q)
- | 热交换速率 (UA)
- | 批处理时间及过程放大数据



量热方法：

标准配置包括功率补偿法和热流法，可由用户针对具体实验进行选择
全自动实时在线量热无需任何人为输入
可选配：回流量热法，热流计量热法

反应容器：

标准配置 1L 的常压 Pyrex 玻璃反应釜，可选容量范围为 0.2 ~ 20 升；可选材质：Pyrex 玻璃，不锈钢，各种合金等
反应釜耐压从常压（负压）到 200 Bar；用户可定制更大体积或更高耐压的反应容器

操作范围：

操作压力：玻璃反应釜：常压（负压）到 6 / 12 Bar；不锈钢/合金反应釜：60 ~ 200Bar；更高耐压可定制

操作温度：-80 ~ +350°C，精确度高于 +/-0.1°C，具备紧急冷却功能

注：油浴加热/制冷循环装置操作温度 -80 ~ +250°C，更高温度应用需要使用电加热夹套，在此条件下，除了功率补偿法以外，任何其它量热方法均无法正常工作

自动加料 (选配) :

应用不同技术可以实现气体、液体及固体的自动加料: 标准液体加料由泵和天平构成; 需要低流速控制的加料可选配注射泵; 附加增压容器可用于高流速及高挥发性液体加料;

气体加料可采用反应釜压力控制法, 气瓶-天平-电磁阀组合法, 及质量流量控制器来实现;

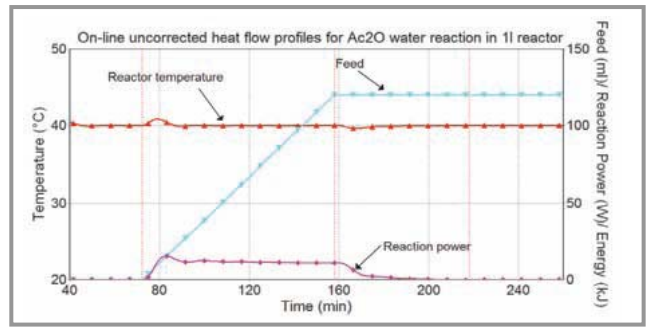
自动固体加料可选配HEL特有的全自动螺旋饲喂器 (HEL公司专利产品)

反应控制及传感器 (选配) :

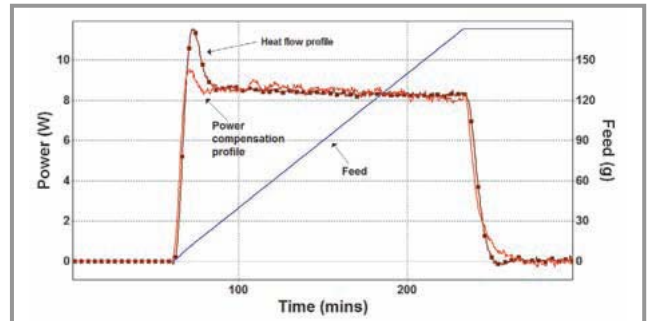
如有需要, 可通过软件及传感器检测各种反应参数并进行记录及反馈控制, 包括温度、压力、pH值、浊度、电导率、FTIR、粒度等等

自动取样 (选配) :

HEL公司为反应过程中自动取样和自动稀释研发了专用的工具——轻便的取样器及专用驱动软件



实时 (在线) 半连续反应量热数据



热流法和功率补偿法量热数据的比较 (乙酸酐水解)

SIMULAR 的应用

过程优化 产率、批处理时间

化学反应过程优化的目的是增加产率, 减少副产品, 优化批处理时间, 有时需要对检测和控制的反应条件进行复杂的排列组合。SIMULAR在收集和分析各种反应参数时具有独特的适用性, 通过准确测量反应热变化, 也可以结合FTIR、浊度、粒度等数据, 能够更准确地进行过程优化

过程安全

反应积聚

大多数反应都是以半连续方式进行, 一种或更多的反应试剂要稍后才能以一定速率进行加料。如果在一定的温度下反应速率较低, 部分反应物便会在反应器内“积聚”, 加料速率将会决定积聚反应物的总量——最重要的过程安全隐患之一

放大数据

热传导, 冷却功率

通过SIMULAR可以很容易地得到反应放大所必需的化学工艺信息。这些信息包括: 反应夹套或回流冷凝器中的冷却功率(Q)以及热传导率(UA); 以及搅拌条件等各种参数

反应放热 (热焓)

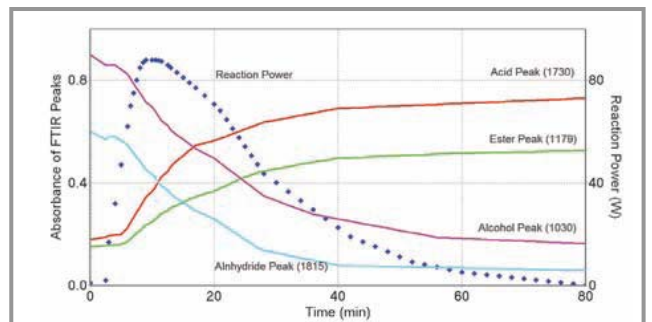
潜在温升

用反应释放的总能量计算在实际规模放大生产时失去冷却等绝热条件下的潜在温升 (绝热温升), 用来评估爆炸的危险性

反应动力学

加料控制 及 动力学控制的反应

放热速率数据可以直接提供动力学信息, 准确评估无论是加料速率控制的反应过程还是动力学控制的反应过程



量热与 FTIR 光谱数据相结合的显示界面

根据您的应用, 定制您的 **SIMULAR**

Phi-TEC I 经典的绝热加速量热仪

Phi-TEC 系列是由计算机精密控制的绝热加速量热仪，可用于准确计量爆炸等热失控反应的温度及压力变化趋势，用准确的数据说明误操作等情况下将会出现的最糟糕的结果。在陶氏化学开发的传统 ARC 的基础上，HEL 集数十年化工过程危害评估和事故鉴定的实际经验，研制了更加专业化现代化的 Phi-TEC 系列

Phi-TEC I 的主要特点：

Phi-TEC I 使用容量7~11mL的标准高压测试池或更大的高压容器，测定反应（失控）的温度及压力变化趋势，一般样品为0.5-5g



| 测试池

材质为玻璃，不锈钢，哈氏合金等；标准测试池容量 7~11mL；客户可定制特殊规格测试池

| 搅拌功能

Phi-TEC I 标准配置包括软件控制的磁力搅拌功能，对于非均质或不互溶混合样品体系的评价，搅拌功能是非常必要的

| 直接检测样品温度

普通ARC仅能检测测试池外壁的温度，而Phi-TEC 系列具备可直接检测样品温度的技术，灵敏度更高，并且能够得到一个更具代表性的检测结果



获得的主要数据：

- | 放热反应起始点
- | 总热焓（或总温升程度）
- | 全过程温度和压力变化
- | 宏观反应动力学参数
- | 到达最大反应速率的时间（TMR）
- | 自加速分解温度（SADT）



Phi-TEC I (BTC) 还可用于
标准电池绝热量热测试



测试前及测试后的标准 18650 电池

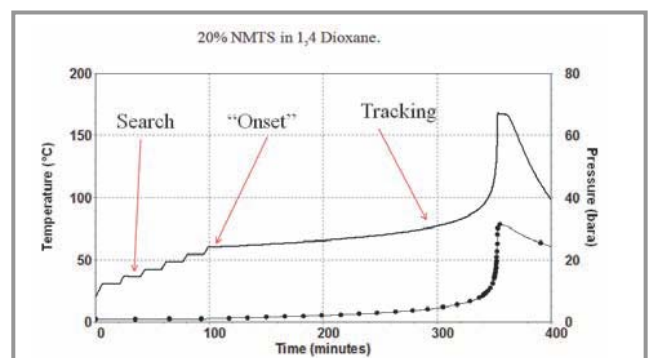
可使用标准的加热-等待-扫描，快速扫描，以及等温扫描对样品进行检测

| 快速扫描（向下兼容 TS^U 的功能）：

化学品安全基本筛选方法，匀速升温直至放热反应开始。类似于大样品量（10~100 倍）的 DSC，并且增加了压力检测及样品搅拌等高级功能

| 加热-等待-扫描（H-W-S）

基于陶氏化学经典 ARC 设计的精确详细样品安全性能评估方法。每一步样品温度提升很小的幅度，系统在绝热条件下以很高的灵敏度自动“搜索”放热曲线突变点。反应开始这一过程便开始进行，之后进行对样品的绝热扫描



Phi-TEC II 行业引领者，低 Φ 因子绝热量热仪

Phi-TEC II 是由计算机精密控制的低 ϕ 自动压力补偿绝热加速量热仪，Phi-TEC II 仅用 10~100mL 的反应规模，即可准确模拟实际工厂规模的大型化学反应器的行为，可以直接反应大型反应器任一条件改变带来的危害性，其数据也可直接用于泄爆口设计。***Phi-TEC II 向下兼容 Phi-TEC I 和 TS^U 的功能**

Phi-TEC II 的主要特点：



丨 **测试池** 材质为玻璃及各种金属；进行筛选实验室，可使用10mL玻璃或金属测试池；如需更详细精确的数据或研究成果，则应使用100~120mL测试池；可定制特殊规格测试池

丨 **搅拌功能** 即可选配磁力搅拌，也可选配由精密数控马达驱动的机械搅拌功能，更适用于模拟实际工厂条件，以及粘性液体或多相样品的搅拌。机械搅拌可用于薄壁测试池，对于数据可靠性非常重要

丨 **温度/压力检测** 温度检测仍采用样品直接接触的快速响应温度传感器；压力检测分别检测样品压力，内腔压力及压力差，标准配置最大压力2000PSI (138Bar)，更高压力可定制

丨 放热检测灵敏度

放热检测灵敏度0.005~0.02°C/min，放热反应追踪率达200°C/min以上

丨 自动压力补偿功能

具有压力自动跟踪补偿功能，确保低 ϕ 测试池的安全使用，标配压力补偿速率200(可选700)Bar/min

丨 手动/自动加料（选配）

在实验的任何一个阶段都可以进行手动或自动加料，加料管路经补偿加热器预热，自动加料精度及数据可靠性远高于手动加料，但技术难度较高，目前仅HEL掌握相关技术

获得的主要数据：

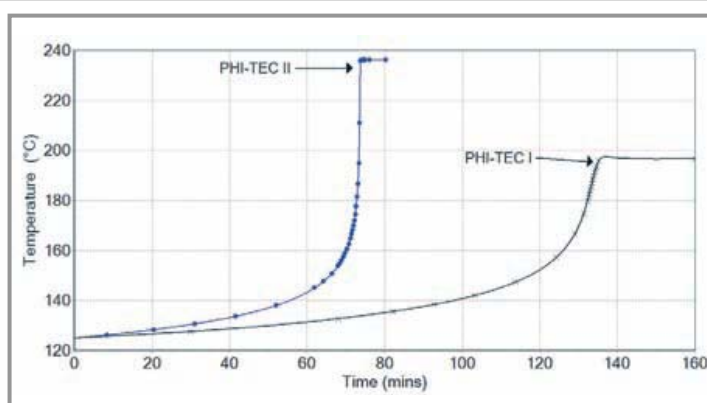
- 丨 全部Phi-TEC I可获得的数据
- 丨 用于泄爆口/管道设计的失控数据
- 丨 泄爆行为（气爆型，回火型，混合型）
- 丨 流型数据（两相或单相）
- 丨 更多的动力学数据（TMR，TNR）

Phi-TEC II 的应用

丨 无需大规模的模拟反应、推断及其它昂贵的实验条件，Phi-TEC II可以直接测得大型反应器中的失控后果及反应危害性

丨 根据Phi-TEC II得到的数据，进行合理的泄爆口设计，能够阻止残余反应等带来的设备损坏风险；系统还可以通过气压分配系统及外接分析仪器对反应生成的气体及两相流速进行检测，数据可用于外部储罐等设计

丨 分解25%的DTBP 上图说明了 Φ 因子的重要性， Φ 因子的任何微小变化都将导致反应速率的巨大差异，Phi-TEC II 能够与工厂规模反应条件保持一致（如低 Φ 因子）并获得更接近工厂规模的安全/危害性数据



不同 Φ 因子（热惯量）对于失控反应测试结果的影响