

用心感知 精确传递

WE WORK WITH CARE AND PRECISION



## RC HP-1000A 自动反应量热仪

杭州仰仪科技有限公司

Hangzhou Young Instruments Science & Technology Co.,Ltd.



热线: 400-117-8708

邮箱: info@young-instruments.com

官网: www.young-instruments.com

地址: 浙江省杭州市钱塘区 6 号大街 260 号 19 幢 701 室

★本册中的仪器外观、实验过程、实验数据均为真实拍摄和记录，版权归属我司所有。未经授权，请勿转载。

专业匹配反应风险评估与工艺优化需求



## 仰仪科技

YOUNG INSTRUMENTS

杭州仰仪科技有限公司成立于 2006 年，是专注于化工领域测试需求的国家高新技术企业。我们在温度测量与发生、测试容器制备、仪器集成与数据分析等核心技术上有深度积累，是化工领域测试仪器设备、解决方案的专业开发者。

我们为高等院校、科研院所、大型企业、第三方检测机构、应急管理、货物运输、海关监管、市场监管及环境保护等客户提供支持。近年来，公司已成长为国内领先的测试仪器设备、解决方案专业开发者，并面向全球开展国际化业务。

### 价值观 VALUES

用心感知、精确传递

### 使命 MISSION

让化工生产和日常生活更安全、更高效

### 愿景 VISION

化工领域测试仪器设备、解决方案的专业开发者

### 质量方针 QUALITY POLICY

客尽其需 人尽其才 物尽其用 事尽其功

### 质量目标 QUALITY OBJECTIVE

精益产品 精益服务 品质工作 品质生活

# RC HP-1000A

## 自动反应量热仪

反应量热仪可以在实验室条件下以立升规模模拟工厂间歇或半间歇化学反应的具体工艺过程，是测量反应吸放热量和热风险参数的专业仪器。

### 热平衡分析

全面考量量热过程热传递和热散失，全温度范围 - 全液位范围系统热容校准

### 高精温控

高性能动态循环油浴，全温度范围精度为  $\pm 0.1K$

### 智能控制

自动进样加料，紧急情况自动切断进样电源，保证反应体系安全

### 灵活定制

组件搭配灵活、软件功能丰富、控制流程多样

## 应用领域



工艺开发和优化



反应热动力学研究



过程安全评估



燃爆事故调查

## 产品功能

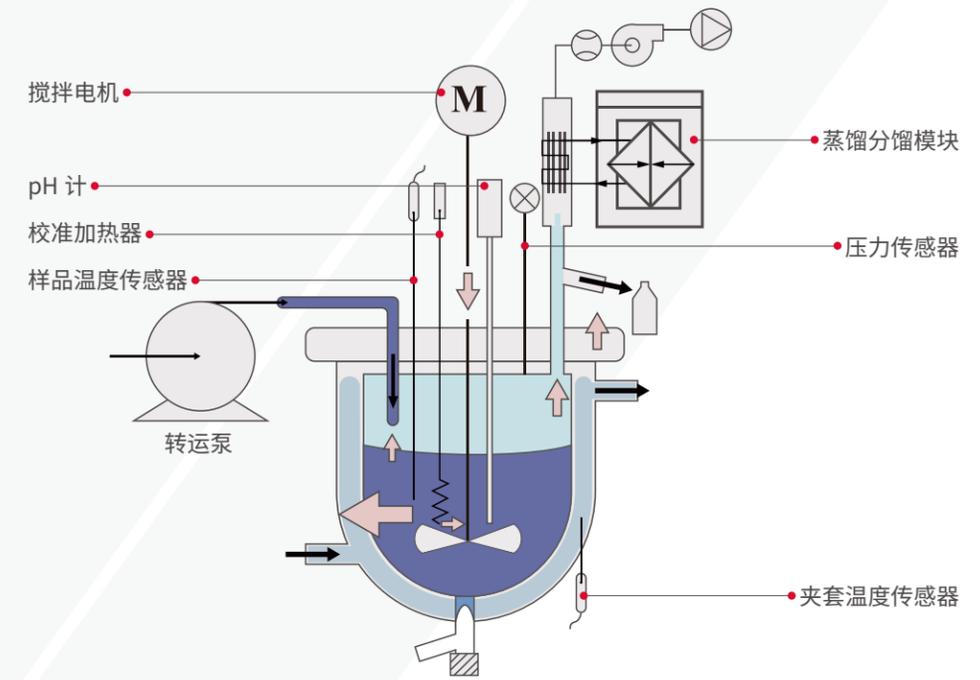
针对精细化工、制药等领域复杂多变的合成反应过程，反应量热仪可以测量反应釜内反应体系的实时放热热流，以获取反应的总放热量、比放热量、实时热转化率和物料累积等热行为信息，推算目标反应的绝热温升和失控后体系能够达到的最高温度（MTSR），据此对反应失控严重度和工艺危险度等级进行评估，为目标反应的工艺优化放大提供依据。



- 支持热流量量热、功率补偿法量热以及蒸回流量量热
- 支持等温、恒温、扫描等多种控温模式
- 实时显示釜内温度、夹套温度、加料质量等试验状态
- 具有外设数据库，一套系统支持多套反应釜互换
- 关键参数、状态安全阈值可设置，反应失控时“一键”快速冷却，异常状态报警及自动停机

# 关于结构

精确、可靠的量热性能



● **搅拌器**  
可远程自动设置或手动设定驱动转速  
常压反应釜搭配机械搅拌子，中压 / 高压反应釜搭配磁性搅拌子

● **进样泵**  
用于液体样品进样控制的计量泵，可通过监控系统设置进样流速

● **反应釜**  
可选配多种材质、规格的反应釜，也可按需求定制双釜反应量热仪  
右图所示仪器为 RC HP-1000D 双釜自动反应量热仪

● **中控箱体**  
包含核心控制单元，实时采集部件工作状态，监控关键温度信号，实现高精温控

● **循环油浴**  
提供快速加热或制冷所需的功率，利用传热介质循环流过反应釜控制其温度

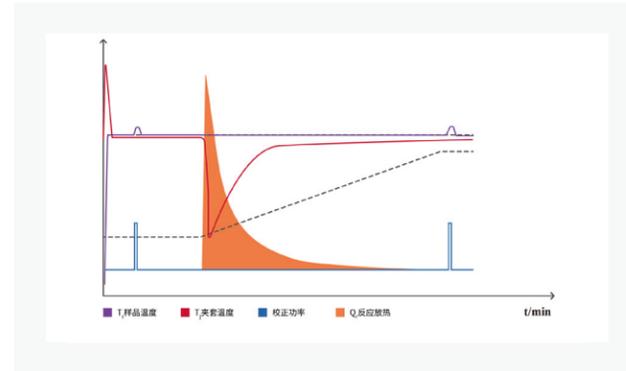


# 关于模式

适应多类量热方法，可靠和精确始终如一

## ① 热流法

热流量量热能够通过标定流程准确测定样品比热容以及样品和反应釜夹套间的传热因子，并在反应过程中实时测量样品与夹套间的温差变化，据此计算样品的实时放热热流。采用热流法可以得到更精确的量热数据。



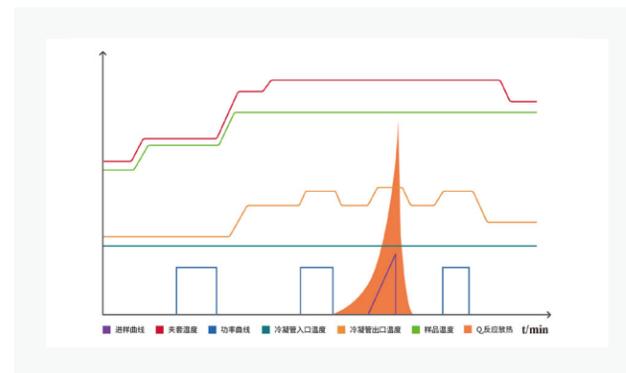
## ② 功率补偿法

功率补偿法量热利用校准加热器提供一定的背景功率以维持整个系统处于热平衡状态，反应过程中通过测量加热器功率变化计算样品的实时放热热流。采用功率补偿法能够更高效地进行实验。



## ③ 蒸回流法

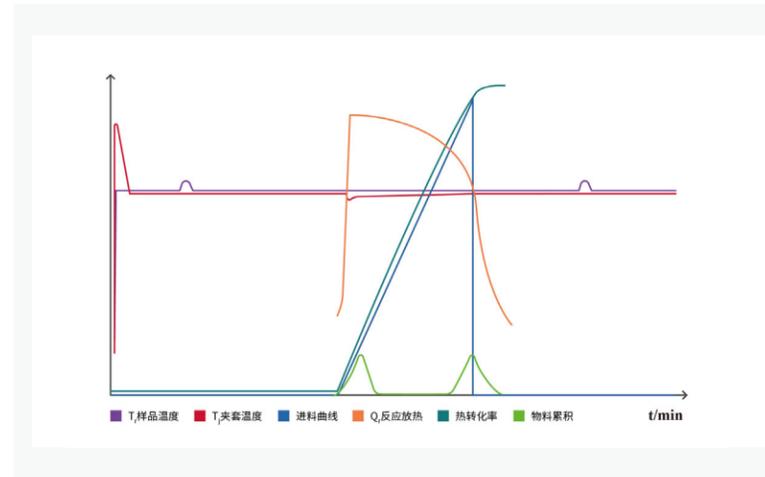
回流(蒸馏)法量热能够通过标定流程确定样品比热容、冷凝管与冷媒以及样品与反应釜夹套间的传热因子，并在投料反应过程中实时测量冷凝管进出口及样品与夹套间的温差变化，据此计算样品的实时放热热流。反应在沸腾条件下进行时，需要采用蒸回流模式量热。



# 关于软件

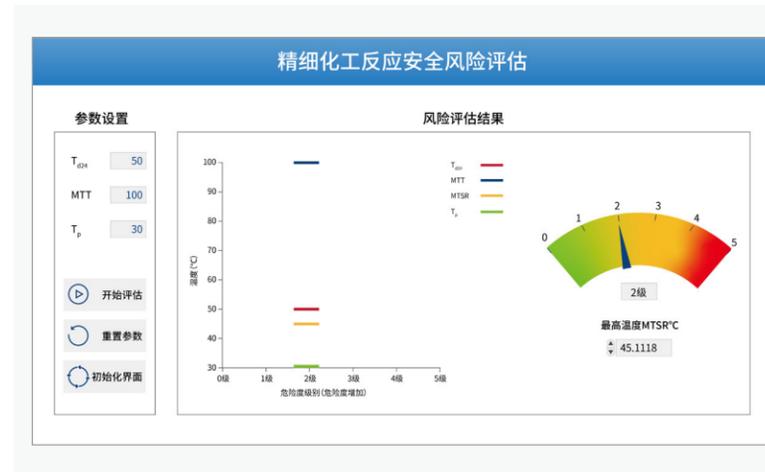
简单、快速、便捷的分析软件

## 参数计算



- 比放热焓:  $\Delta H = \int Q_r / m$   
m 对象反应物的总质量
- 热转化率:  $a\% = H_t / H_{total}$   
 $H_t$  从反应开始到时刻 t 的总放热  
 $H_{total}$  从反应开始到结束的总放热
- 物料累积:  $X_{acc} = (\int dm_r / m - a) \cdot 100\%$   
 $dm_r$  投料速率
- 热失控体系最高温度:  
 $MTSR = T_p + \int dQ_r / (C_p \cdot m_{total}) \cdot X_{acc}$   
 $T_p$  工艺温度  
 $m_{total}$  反应体系总质量  
 $C_p$  反应体系比热容

## 风险评估报表



### 反应风险评估

据原国家安监总局颁布的安监总管三〔2017〕1号关于加强精细化工反应安全风险评估工作的指导意见及附件：精细化工反应安全风险评估导则（试行）要求，根据反应热、绝热温升等参数评估反应的危险等级，根据最大反应速率到达时间等参数评估反应失控的可能性，结合相关反应温度参数进行多因素危险度评估，确定反应工艺危险度等级。

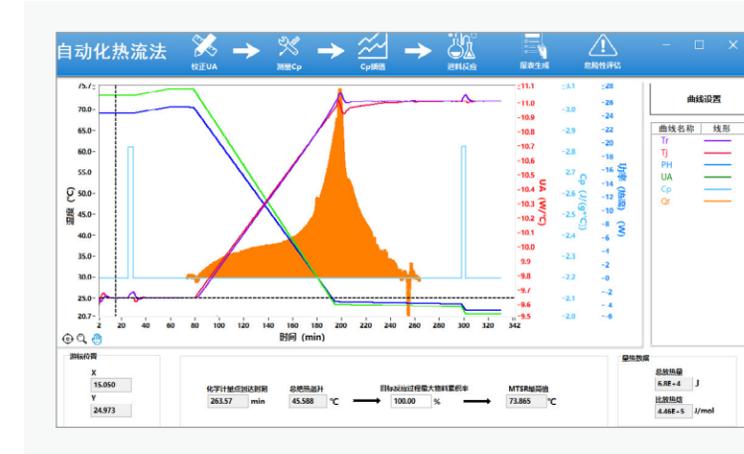
# 数据分析



### 可视化界面

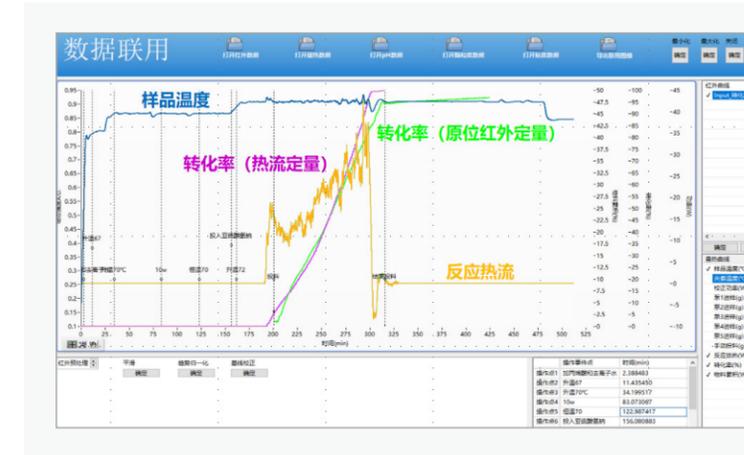
便于实现实验流程编辑、系统参数调节、远程固件更新等功能。

- $T_{set}$  目标温度
- $T_r$  样品温度
- $T_j$  夹套温度
- $T_r - T_j$  样品温度与夹套温度差
- $U$  校准加热功率电源电压
- $I$  校准加热功率电源电流
- $P$  反应釜内压力
- $UA$  样品与夹套间的传热因子



### 特征参数快速求取

- 反应热流
- 传热因子
- 样品比热容
- 系统热散失
- 总放热量
- 比放热焓
- 绝热温升
- MTSR
- 最大物料累积率
- .....



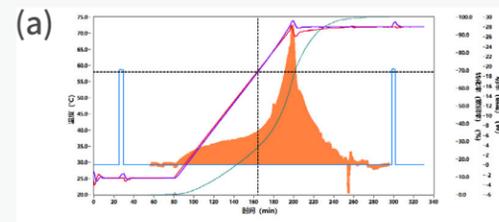
### 多参数联用

监控系统自动保存获取的数据，试验完成后将其导入到分析软件中分析数据。快捷分析与联用于量热与原位检测数据（热流曲线、分子光谱、粘度等），研究反应过程。

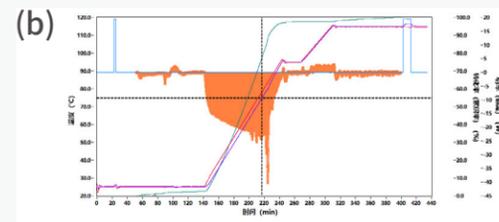
## 变温反应准确量热

变温反应在工业生产中十分常见，许多反应可能需要多次改变温度。变温反应量热的难点在于反应过程中反应釜系统的热特性参数以及散热情况持续变化，影响反应热流计算。RC HP-1000A 利用全温度范围系统热容校正技术和灵活的基线修正方法应对上述问题。无论是放热反应图 (a)，抑或是吸热放热图 (b)，都能够获取精确、理想的反应热流曲线，帮助用户优化起止温度、升温速率等工艺条件，同时可以进行反应动力学分析。

苯硼酸和溴苯胺的 Suzuki 偶联反应，反应物一次性投入，控温 25°C，投入钯催化剂，随即匀速升温至 72°C。常压反应釜，热流法量热。



三铈锡合成，格式反应，常温下反应物一次性投入，反应温度以 0.7°C/min 升温至 95°C，保温 10min；再以 0.4°C/min 升温至 115°C。高压反应釜，热流法量热。

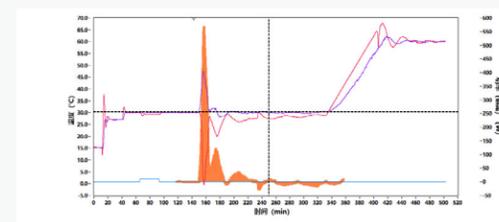


## 干强剂的合成——强放热反应量热

典型聚合反应具有强放热和高粘度的特点，给反应过程精确控温与量热带来挑战。图为丙烯酸胺聚合反应，加入引发剂后，反应随即开始剧烈放热，放热速率最高可达到 600 W 左右，一旦发生反应失控，工艺最高温度 MTSR 可达 256°C。

RC HP-1000A 通过夹套油浴高效制冷，可快速回调反应温度，有效抑制超温，避免出现飞温而导致冲料和爆聚现象，确保实验安全。

聚丙烯酰胺干强剂合成，丙烯酰胺单体和溶剂水一次性投料，过硫酸铵引发，聚合反应温度 30°C。1000mL 高压不锈钢反应釜，热流法量热。



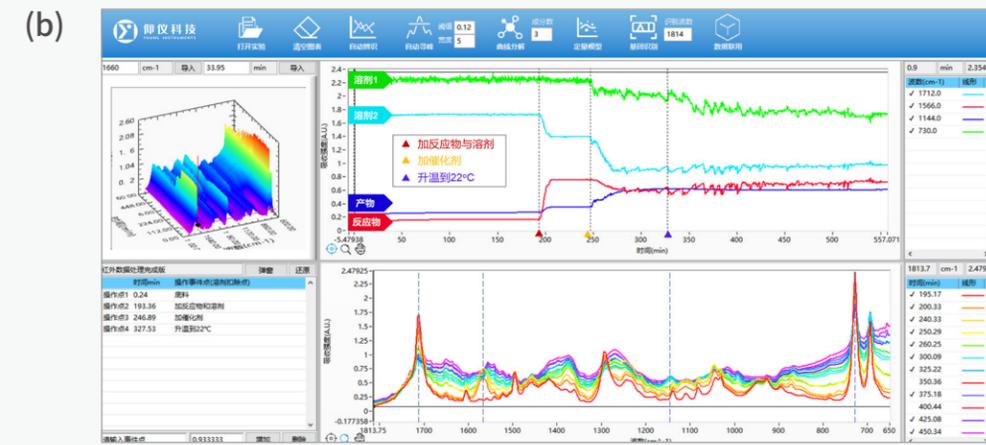
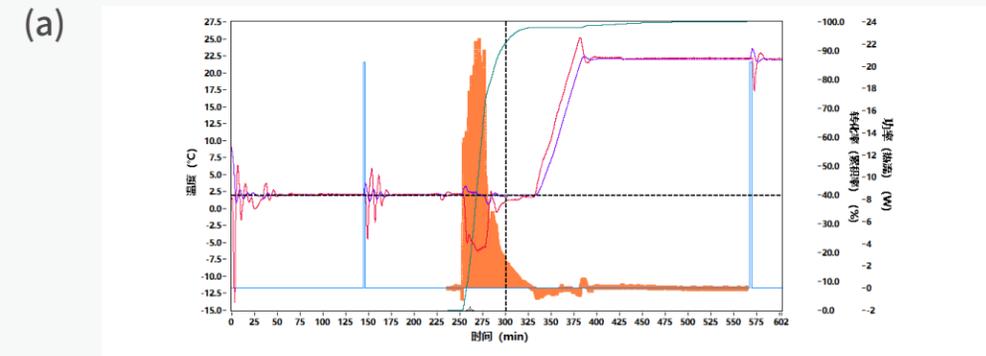
## 某血小板抑制剂（替格瑞诺）的合成——量热与原位 MIR 技术联用

RC HP-1000A 和原位 MIR 进行联用，能够快速并有效地监控反应过程，判断反应终止点，从而优化反应时间、温度等工艺参数。某药物合成反应优化前的工艺分为两个阶段，首先在 2°C 下投入底料，并缓慢滴加催化剂引发反应；催化剂滴加完毕后，再升温至 22°C，继续保温反应 3 小时。

图 (a) 中，量热结果表明升温前反应热流已趋近于 0，表明反应已基本完成；图 (b) 中，原位 MIR 获得的实时数据能够与量热结果相互印证，可以发现催化剂投料结束前，产物的特征吸收峰值已趋于稳定。以上结果都说明保温阶段对提升反应转化率几乎没有作用。

根据上述结论，该药物生产企业将保温反应时间从 3 小时缩减为 1 小时，在确保产品质量的前提下显著提高了生产效率。

某血小板抑制剂合成，重氮化反应，反应物一次性投料，控温 2°C 下缓慢滴加催化剂，随后匀速升温至 22°C，保温反应 3 小时。1000mL 常压反应釜，热流法量热。



# 技术规格

RC HP-1000 系列自动反应量热仪

## 量热方法

热流法、功率补偿法 (选配)、回流法 (选配)

## 定制反应釜

项目	参数
常压玻璃反应釜	大气压 玻璃
中压玻璃反应釜	0.6MPa 或 1.2MPa 釜体材质玻璃, 釜盖材质 316L 不锈钢或哈氏合金
高压金属反应釜	10MPa 316L 不锈钢或哈氏合金

## 温度控制

项目	参数
釜体温度范围	(-25 ~ 200)°C
油浴温度范围	(-45 ~ 250)°C
控制方式	等温、恒温、扫描
温度分辨力	1.0mK
样品控温精密度	±0.1K
硅油循环速度	(35 ~ 76)L/min

## 功率控制

项目	参数
驱动器电压范围	0 ~ 50VDC
驱动器最大电流	3.0A
加热器最大功率	120W

## 进样系统

项目	参数
进样通道	釜盖包含 1 个固体进样口、多个液体 / 气体可复用进样口 控制系统最大可支持 4 路液体自动进样通道
精密天平	量程 3100g, 精度 0.01g
进样泵	中压泵: 电磁隔膜泵, 最大流量 2L/h 高压泵: 精密柱塞泵, 最大流量 2.4L/h

## 其他参数

项目	参数
油浴电源	3*400V/50Hz(±10%)/20A
功率	7000VA
测试区尺寸	RC HP-1000A 1200mm*600mm*1850mm RC HP-1000D 1300mm*600mm*1850mm
油浴尺寸	600mm*700mm*1300mm
油浴重量	210kg
整机重量	RC HP-1000A 300kg, RC HP-1000D 350kg

可按需定制, 彻底满足多样化需求。详询销售人员 400-117-8708

# 售后支持

售后无忧、放心选择

## 维护保养

### 运行保障

定制化的维护保养服务; 专业的安装与调试服务

### 配件服务

高质量的原厂配件; 快速高效的配件更换服务

### 校准支持

提供校准技术支持, 校正设备运行误差

### 升级优化

产品软硬件升级服务; 产品功能拓展优化服务



## 维修保障



### 快速响应

反馈需求 24 小时内响应, 为您提供有效可行的解决措施



### 便捷高效

为突发故障提供高效、专业的现场维修服务, 快速恢复设备运行



### 全面检修

提供全面、规范、高品质的返厂维修, 让设备性能恢复如初



### 权益保障

通过签订服务协议维护您的权益, 约束服务内容, 保障服务质量

## 培训分享

### 现场培训



为帮助您尽快熟悉设备操作, 工程师提供现场专业培训, 以确保您能够正确、高效使用设备

### 快捷沟通



针对您的使用问题或突现的设备异常, 通过一对一线上沟通, 快速答疑解惑, 帮助您排除问题

### 在线分享



始终致力于为您提供良好的设备使用体验, 在线分享丰富的设备操作课程资料