

## 工业级 12 通道高通量平行费托合成/加氢反应系统

用途广泛、高效可靠的工业级多通道滴流床平行反应系统

### 简介

亚申工业级高通量 12 通道高通量平行费托合成/加氢平行反应器系统采用模块化设计，包括气体输入控制模块、液体输入控制模块、气体分配模块、液体分配模块、气体/液体预热模块、反应模块、气体在线分析接口和控制模块(与外置分析仪器连接，可实现对反应器输出气体的全自动在线分析)、冷凝模块、硫化吸收模块、气体在线自动采样和分析接口模块、系统压力控制模块以及安全保护系统等。应用该系统可对气固反应体系催化剂进行全方位测试考评和工艺过程开发等。



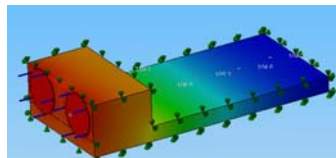
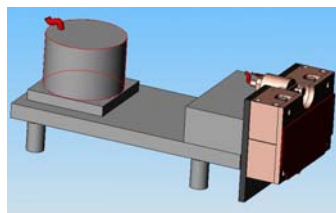
本系统有 3 组 4 通道加氢系统组成，每组设备独立进料独立控温。

- 分系统配置方案 A: **4 通道费托合成分系统。**
- 分系统配置方案 B: **4 通道异构化加氢分系统。**
- 分系统配置方案 C: **4 通道加氢裂解分系统**  
该分系统适用于加氢裂解等反应，适用于含硫催化剂，可进行催化剂在线硫化活化处理。
- 分系统配置方案 D: **4 通道串联加氢分系统**

### 主要特色模块介绍

#### ◆ 液体进样模块

- 液体输入控制模块由专用液体储罐、数字式精密电子秤、输入截止阀、输入过滤器、数字式精密液体计量泵、输出截止阀、输出过滤器、压力传感器以及相关元器件等组成。
- 各分系统标准配置可输入 1 路液体（包括溶液，可熔融固体—如蜡），主要用于反应研究、催化剂活化或相关用途，也可用于系统清洗等。
- 数字式精密液体计量泵在标准商业产品的基础上进行升级改造，将执行机构与控制部分分离；采用 FEA 技术辅助设计；对泵头及所有管路、阀门等进行整体加热保温；该方式加热均匀性好，有效避免了冷点及热点，既保证了熔融态蜡的连续进样不阻塞，同时避免了泵头密封件在热点状态下的低寿命失效情况的发生。



亚申科技研发中心（上海）有限公司

上海市 浦东新区 龙东大道 3000 号 5 号楼 邮编：201203

TEL: 021-61002000 FAX: 021-61005800 网址: <http://www.yashen-ht.com>

## ◆ 反应器模块

- 常规的加热炉采用非接触方式传热。这种方式无法保证反应器床层温度均匀性（特别是在反应工况下）。厂商亦无法提供相关温度均匀性的数据。此外，非接触式传热极大地限制了反应器允许反应热耗散，这对于强放热/强吸热反应都很不利。对于强放热反应，如果反应热不及时耗散，可能导致催化剂床层飞温。

- 系统涉及的滴流床反应器（R4001A/B）依照亚申专利设计（相关专利号：国内 CN1931421B《反应系统》ZL 2007 10300858X，国外 WO2008/043313A 1 WO2007/031033A1），

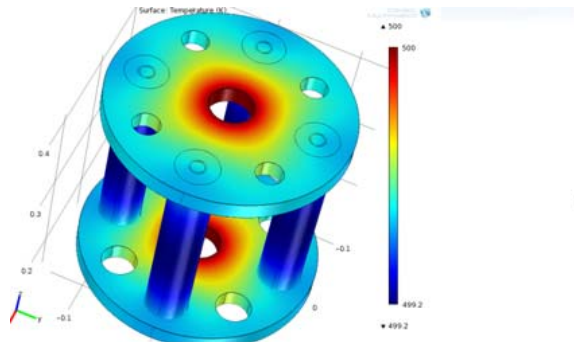
- 采用亚申专利结构，恒温段较长、恒温区域大，并且整体结构紧凑。采用接触式加热，多段控温，使得整个恒温区的温度均匀性指标优于 $\pm 1^{\circ}\text{C}@450^{\circ}\text{C}$ 。单个反应通道允许反应热耗散逾 20W。反应器的加热和测温元件全部采用 Watlow 产品，确保反应器能够连续稳定长周期运行。



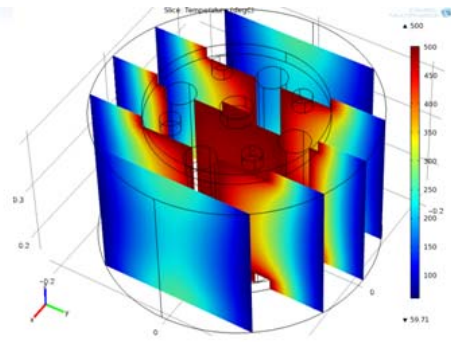
- 反应器还包含气体预热和液体预热，其将输入气体预热至所需反应温度，并将输入液体在反应压力下预热至所需反应温度（包括部分或全部输入液体的汽化），并且在设计工况范围内预热后气体/蒸汽和/或液体温度与输入气体/液体流量基本无关。

- 预热气体、蒸汽、液体在催化剂床层入口端混合，然后进入催化剂床层，在设定温度和压力下进行化学反应。反应模块的设计不仅保证了整个催化剂床层温度均匀，而且保证反应通道之间的温度一致性，这一特性对高通量催化剂测试和考评至关重要。

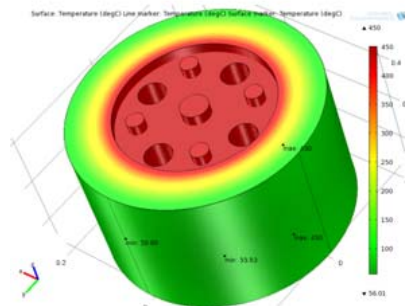
- 反应器上端口采用 3/4"VCO，下端采用 1/2"VCR。密封可靠，寿命长，拆装操作简便。



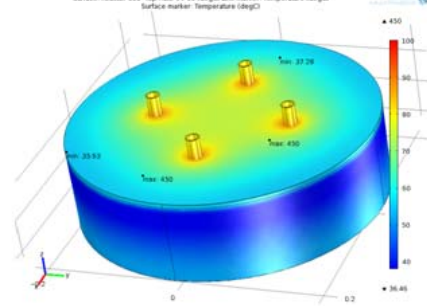
(a)恒温段优化模型



(b)加热器热场分布模型



(c)保温计算模型



(d)接口温度模型

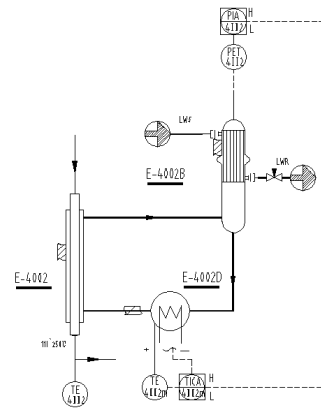
亚申科技研发中心（上海）有限公司

上海市 浦东新区 龙东大道 3000 号 5 号楼 邮编：201203

TEL: 021-61002000 FAX: 021-61005800 网址: <http://www.yashen-ht.com>

## ◆ 冷凝与分离模块

- 冷凝模块由输入管网、换热器组、输出接口以及相关元器件等组成。其将反应器模块输出的多路物料与外供冷媒进行热交换，将物料冷却至设定温度，然后将冷却后的多路物料送至气液分离器组。
- PRS-16TD-500H 系统配置采用两级冷凝(2 个冷凝模块)，将反应模块输出物料先后冷却至两级指定温度。模块采用亚申专有超热导换热技术，可适应上游物质流量大范围变化，并且在设计工况范围内其输出物料温度与输入物料流量和汽液比基本无关，保持输出物质温度恒定，使得输出气体满足下游控制和在线分析要求。
- 每个冷凝模块配置一个相应的气液分离模块和一个冷凝液收集模块，并由相应的液体采集模块自动采集所收集的样品。
- 每个液体收集模块包括4个150毫升容积带压储罐，储罐温度由电加热或外供冷媒保障。液体收集模块对电加热或外供冷媒流量和温度进行监控，并按预设条件报警和/或启动紧急制动程序。



## ◆ 压力控制模块

- 压力控制模块包括耐高温背压阀、旁路保护装置、压力传感器、阻尼器、泻流阀以及相关元器件等。
- 压力控制模块及前端管路主动保温，防止在长周期运行中系统尾气少量不凝物堵塞模块。耐高温背压阀采用手动控制型；
- 可以按客户要求改配平衡压力式高温背压阀，并增配 PFC 准确设定平衡压力，继而精确控制全系统反应压力，且易于保养维护。模块在紧急情况下按设计机制自动泄流，保护系统。



## ◆ 液体采样模块

- 液体产物在线取样模块是亚申专有设计的功能块之一，其包含一系列装置、部件、元器件等，通过人机互动，在线收集液体样品，供离线分析。
- 自动化（手自一体）采样过程。软件通过控制阀的通断和接受传感器反馈信号，控制整个液体采样流程。
- 该模块和取样流程设计不仅使得采样准确、操作简便，而且采样过程中无易燃、易爆和/或有毒气体逸入实验室等工作场所或对操作人员造成危害。
- 可对所采集样品进行各种在线或离线测量和分析，测量分析数据可按上述标识自动输入亚申 HTDMS-PRS 软件系统平台的相应软件程序，经数据自动集成后，可获得所考察反应体系的各项性质及其时间相关性等系列信息。
- 各分系统采用两级液体产物在线取样（包括 2 套液体产物在线取样模块）。第一级针对热井中液体进行采样；第二级针对冷井中液体进行采样。



## ◆ 气体在线自动采样和分析接口模块

- 气体在线分析接口和控制模块是亚申专有设计的功能块之一，其包含一系列装置、部件和元器件等，与分析仪器连接，可实现对系统输出气体的全自动分析。
- 系统集成了 2 套气体在线自动采样和分析接口，分别为热阱后的湿气分析和冷阱后的冷干气分析；
- 气体在线自动采样和分析接口，可连接国际知名品牌 GC（如 Agilent，也可针对其他品牌要求进行配置调整）。在气体在线分析程序控制下，系统可按预设流程自动对各个反应通道进行采样、分析并记录数据；采样顺序、时间、频率和流程均由用户设定。
- 为保证气体采样的准确性和可靠性，从气液分离模块热阱出口至下游气体在线分析模块采用精密控温，以及去 GC 采样通道全程精确控温，所有管路无冷点或热点，防止气体冷凝堵塞管路或过温损坏控制元件。

亚申科技研发中心（上海）有限公司

上海市 浦东新区 龙东大道 3000 号 5 号楼 邮编：201203

TEL: 021-61002000 FAX: 021-61005800 网址: <http://www.yashen-ht.com>

### ◆ 亚申研究级高通量 12 通道加氢平行反应器系统主要参数

通道数 Channel	N		12		
	通道组合规则		4 通道×3 组; (每组独立进料控温)		
反应参数 Reaction	反应温度		~450°C		
	设计温度		500°C		
	反应压力		~17MPa		
	设计压力		20MPa		
	催化剂最大装填量 (Nominal)		30ml 每通道		
	反应器内径 (Nominal)		15mm		
	反应器材质 (Wet Material)		316		
反应器输入物质 Feedstock Parameters	进气 <sup>[2]</sup> 模块	气体 <sup>[1]</sup>	H2/co/用户指定		
		气体流量分配一致性		1 %RSD	
		输入气体预热		120°C (气液混合前)	
	进液模块	液体	典型为蜡 (熔融态)	~1.5ml/min/通道	
		液体流量分配一致性		1 %RSD	
		输入液体预热		120°C (气液混合前)	
反应器输出物质 处理 Fluid Discharge	冷凝/气液分离级数		<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3		
	第 1 级	热交换器		4×3 组	
		工作温度		80°C-120°C	
		气液分离器存液量		~150ml/每通道	
		液体收集器容量		~2.2L/每通道 (氮封)	
	第 2 级	热交换器		4×3 组	
		工作温度		40°C-60°C	
		气液分离器存液量		~150ml/每通道	
		液体收集器容量		~2.2L/每通道	
	每级/每通道液体收集 (取液分析)			<input type="checkbox"/> 手动 <input checked="" type="checkbox"/> 自动	
冷媒供应			用户公用工程提供		
输出物质分析 Product Analysis	气体	湿气 在线分析 (1 级)	高温湿气在线分析	自动	
			热阱控温		150°C
			在线分析控制接口		1
		干气 在线分析 (2 级)	冷凝干气在线分析	自动	
			在线分析控温		80°C
			在线分析控制接口		1
液体		离线液体采样通道	4×3 组 (第 1 级); 4×3 组 (第 2 级)		
硬件安全保护 Safety	危险气体探测、过压保护、超温保护、误操作保护、 紧急泄压操作		标配		
系统参数 System Parameters	系统供电		三相五线制, 50KW, 380VAC		
	系统排风		依现场条件		
	系统尺寸 (长 x 宽 x 高)		4.8 米×2.8 米×2.8 米		
	系统重量		~1T		

[1] MFC 数量及相关参数要求可由客户指定;