

核磁共振分析仪器

工业 NMR 平台

多物性参数实时分析 以色列技术



CE  ATEX EEC's authorized ATEX representative has reviewed the contents

- 流程生产关键物性实时在线分析核心工具
- 提高装置产能
- 更好的过程控制、分子管理
- 实时检测不合格产品
- 运行成本低
- 炼油，化工，生物技术，农业&食品，研究机构&研发中心，烯烃，聚合物行业应用

过程在线 NMR 分析仪器

仪表参数

共振核	H ¹
工作频率	60.6 ±0.5 MHz , H ¹
NMR 工业探头	标准工业过程探头绝热, 设计用于接收 10°C 到 120°C 的样品介质, 最大可承受 25 公斤压。 专利变温探头可分析 200°C 的高温样品

工作环境

环境温度	空调控制, 设定 20°C-25°C
环境湿度	0~95%, 无凝结
电源要求	UPS 220v, 5A / GPS 380v, 25A

磁体系统

磁体	温度恒定自压缩场永久磁体, 计算机控制磁场梯度线圈.
场强	45°C - 1.47 特斯拉
磁体工作温度	>44°C
匀场线圈	48 组
允许样品温度	最高 200°C
边缘场	磁体壳外小于 1 高斯.
净腔径	直径 30mm
频率稳定性	环境温度变化±5°C, 频率漂移不超过±1000 Hz, H ¹ 频率



工艺实施应用范例

- 原油调和/原油切换
- 汽油调和
- 柴油调和
- 燃料油调和
- 石脑油裂解
- 润滑油装置
- 催化裂化原料分析
- 催化馏分质量分析
- 常减压装置馏分分析
- 催化重整原料和产品分析
- 加氢精制
- 制药过程在线分析
- 化工生产进料和产品分析

工程技术参数

检测方法	磁共振频谱
校准方法	化学计量学
多通道能力	6 个不同介质，可调
检测时间	约 2 分钟，取决于具体应用
样品处理	取决于应用要求
通讯	Modbus RS485, TCP/IP

重量和尺寸

尺寸	不 锈 钢 外 壳 ， 110x196x75(IP56/NEMA 4X)
重量	400Kg
电源	3 Ø 380 - 415 VAC 25A

运行环境条件

环境温度	+10℃~+40℃
环境湿度	30%~90%，无凝结
存储温度	0℃~+45℃
标准流通探头	长: 105cm(41 英寸), 内径: 10mm(3/8 英寸)

运行工艺条件

样品温度	+10℃~+120℃
样品最大压力	25 公斤表压
流量要求	1000~3000mL/分钟
仪表风	干燥、无油，最低 3.5 公斤
首次净化风量	250L/分钟，持续 20 分钟
正常净化风量	18L/分钟
校正参比样	水或柴油

在线分析物性参数—炼油行业

- 实沸点
- 酸值
- 十六烷指数
- API 比重
- 馏程
- 闪点
- 浊点
- 硫含量
- 凝固点
- 辛烷值 (RON,MON)
- 比重 @ 15C
- 密度
- RVP
- 环烷烃含量
- PIONA
- 黏度
- 倾点
- 水含量
- 芳烃含量
- 苯含量
- 残炭
- 碱性氮
- 沥青质
- 胶质
- 折射指数
- 烷烃
- 芳碳
- 环烷烃碳
- 烷烃碳
- 氢含量

在线 NMR 分析系统典型应用一

常减压工艺蒸馏装置应用



常压塔 NMR 应用示意图

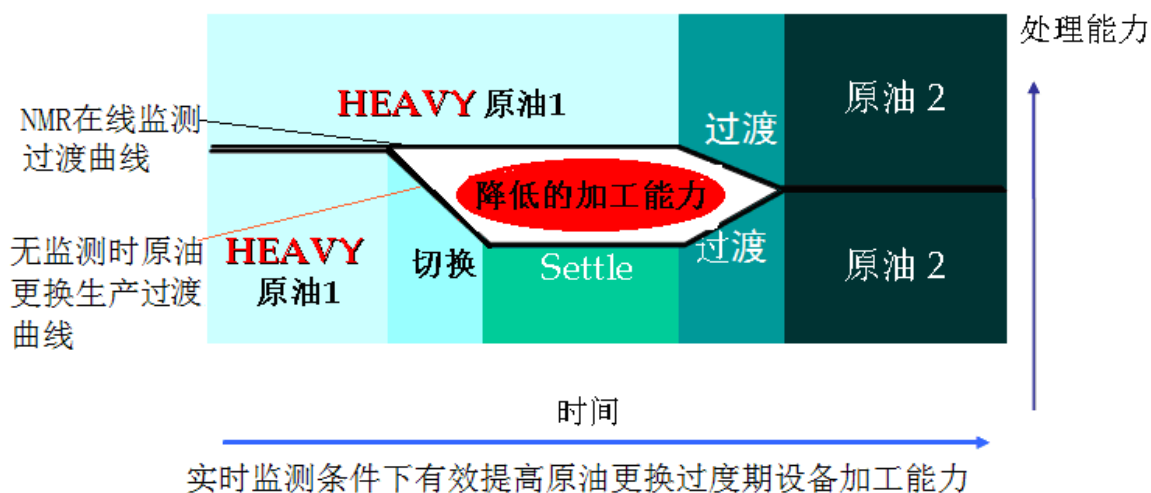
单台仪器实现多物流、多指标分析

原油 NMR 实时在线快速评价：

- API 重度指数
- 密度
- 硫含量
- 实沸点（多点）
- 水含量
- 芳烃含量
- TAN
- 胶质含量
- 沥青质含量
- 残炭
- 氢含量
- 碳含量

侧线产品 NMR 在线监测物性参数

- 馏程
- 倾点
- PIONA
- 辛烷值
- RVP
- 凝固点
- 浊点
- 闪点
- API 重度指数
- 环烷烃含量
- 苯含量
- 十六烷值
- 粘度
- 冰点
- 冷滤点
- 密度
- 硫含量



常减压装置工艺在线分析的生产收益

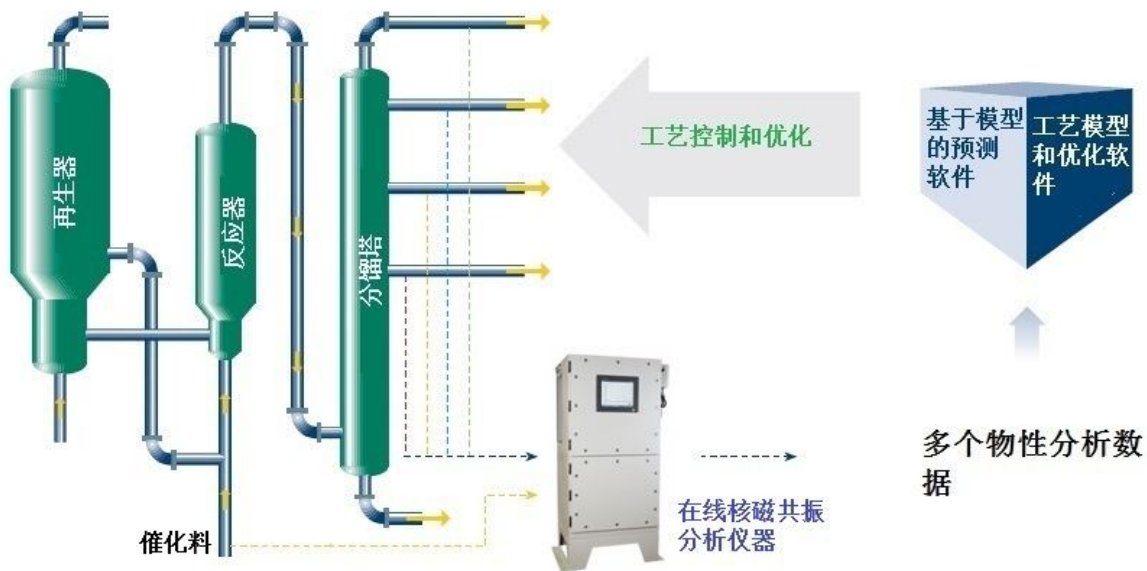
- 防止原料切换过程中工艺波动所造成的原料损失
- 提高高附加值产品物流的收率
- 优化侧线产品的切割点
- 严格控制产品的工艺质量指标
- 为工艺控制和优化提供信号输入
- 节能
- 通过严格控制原料装置生产,能提高下游产品工艺操作的稳定性。
- 波谱对变化反应灵敏,确保项目在线分析得到验证并迅速执行。
- NMR 在线分析系统能与先进过程控制结合,实现生产信息化管理

在线 NMR 分析仪器特点

- 同时分析多个指标参数
- 单一仪器可进行多种物流分析
- 样品非介入、无损分析,环保安全,维护工作极小
- 产品结构设计保证能在恶劣现场工艺环境下使用
- 可用于有毒有害环境条件下分析
- 结构坚固,无任何移动构件
- 波谱对样品变化反应灵敏,模型操作简单自动校正,智能升级
- 可对系统进行远程诊断跟踪,保证系统的高投用率
- 每个物流标准分析时间: 2 分钟

在线 NMR 分析系统典型应用二

流动催化裂化 (FCCU) 工艺装置应用



催化裂化装置 NMR 应用示意图

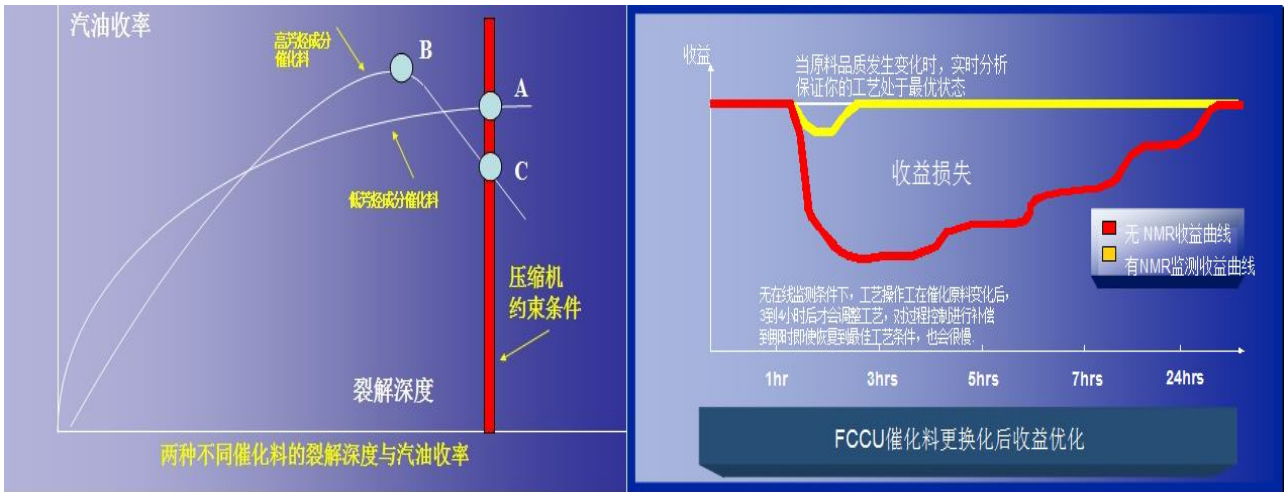
单台仪器实现多物流、多指标分析

催化料 NMR 实时物性参数分析:

- API 重度指数
- 粘度
- 馏程分析
- 硫含量
- 密度
- 烷烃含量
- 环烷烃含量
- 芳烃含量
- 沥青质含量
- 残炭
- 碱性氮
- 折射指数

分馏产品 NMR 在线监测物性参数

- 馏程
- 密度
- API
- 辛烷值
- RVP
- 凝固点
- 浊点
- 闪点
- 倾点
- 苯含量
- 十六烷值
- 粘度
- 苯胺点
- 冷滤点
- PIONA
- 硫含量
- 十六烷指数



催化料的变化对高附加产品的收率 and 生产效益影响十分明显

催化装置工艺在线分析的生产收益

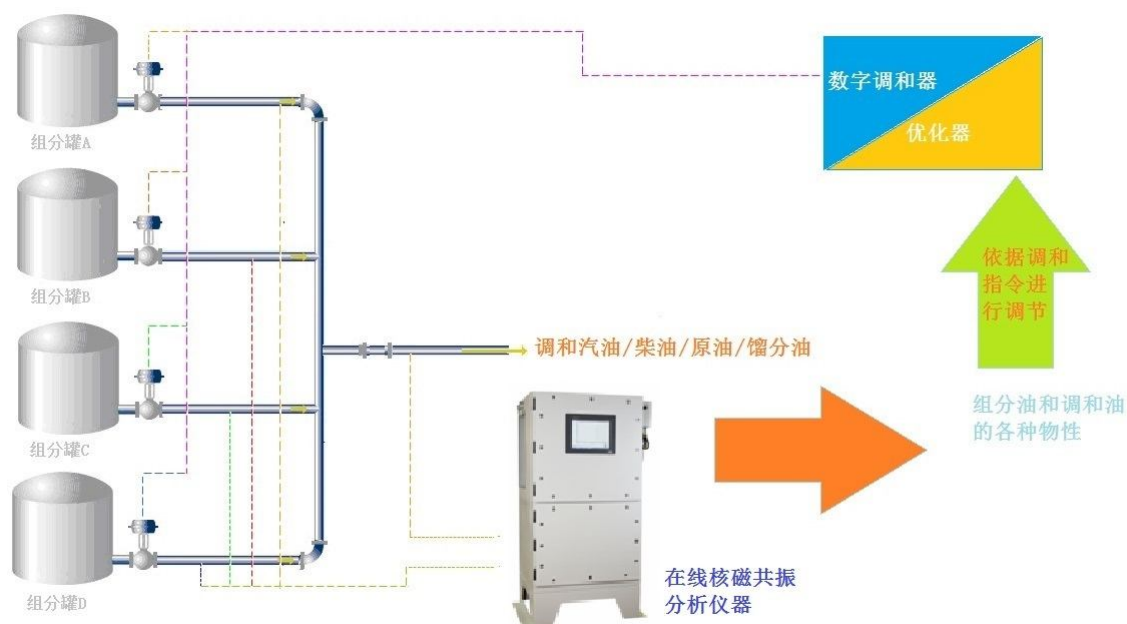
- 保持最佳工艺操作条件，轻松应对催化原料的频繁变化，最大限度的发挥设备的生产效能
- 降低生产过程中能源消耗
- 提高生产控制能力，严格优化生产
- 控制应用转化过程
- 通过稳定生产提高安全水平
- 不管原料怎么变化，在线 NMR 能实时分析出样品的物理和化学性质，实现真正意义上的先进过程控制
- 焦化速率控制
- 催化剂中毒程度跟踪
- 控制硫含量
- 可以显著的提高高附加值产品的收率，确保产品质量，增加生产收益。
- 为下游装置提供稳定的原料，有效提高整个加工链各单元装置的性能

在线 NMR 分析仪器技术特点

- 为催化料关键属性实时快速分析提供一种可行方案
- 单一仪器分析多个物流，多种指标参数
- 样品非介入、无损分析，环保安全，维护工作极小
- 产品结构保证能在恶劣现场工艺环境下使用
- 可用于有毒有害环境条件下分析
- 结构坚固，无任何移动构件
- 波谱对样品变化反应灵敏，模型操作简单自动校正，智能升级
- 可对系统进行远程诊断跟踪，保证系统的高投用率
- 分析结果精确，有效性高
- 用一台分析仪就能提供 APC 所需要所有参数值
- 极大降低分析仪器数量和分析人员工作强度

在线 NMR 分析系统典型应用三

调和工艺装置应用



调和工艺装置 NMR 应用示意图

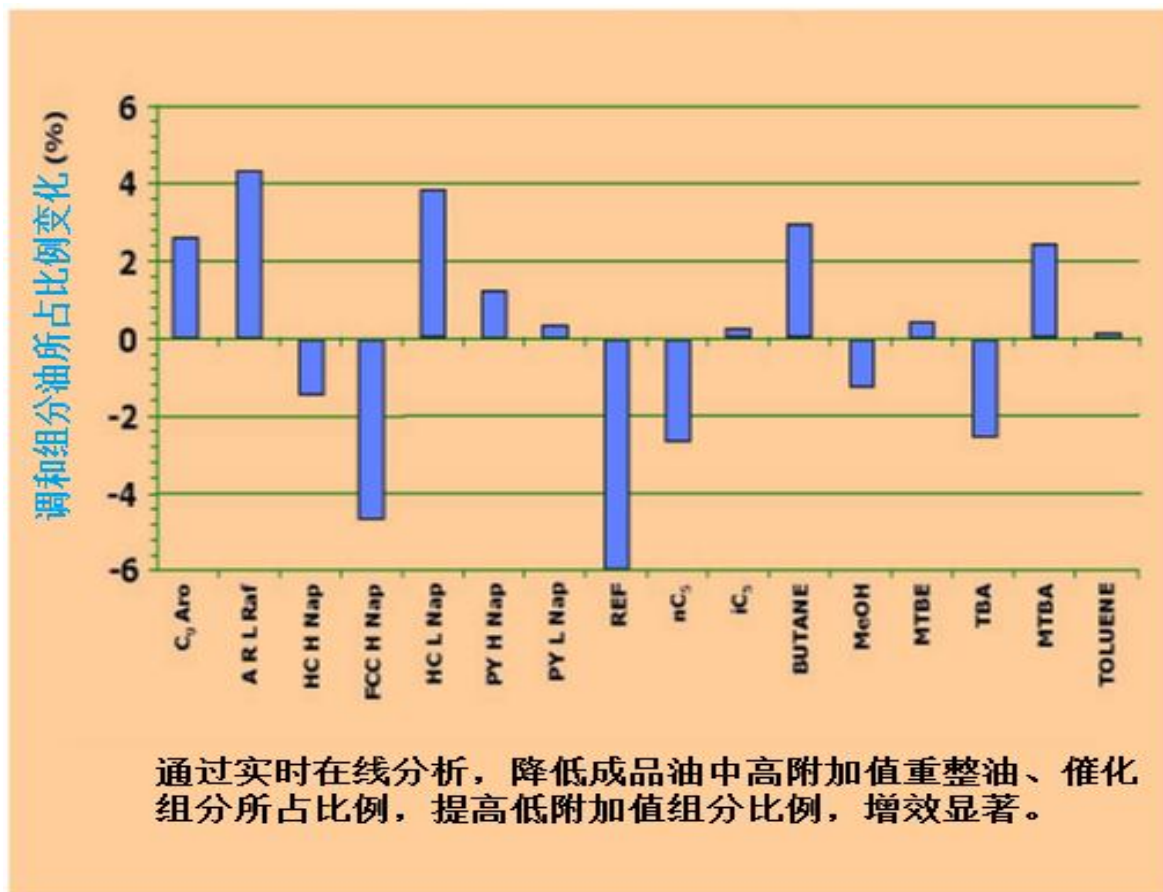
单台仪器实现多物流、多指标分析

原油调和 NMR 实时在线分析：

- API 重度指数
- 密度
- 硫含量
- 实沸点（多点）
- 水含量
- 芳烃含量
- TAN
- 胶质含量
- 沥青质含量
- 残炭
- 氢含量
- 碳含量

成品油调和 NMR 在线监测物性参数

- 馏程
- 倾点
- PONA
- 辛烷值
- RVP
- 凝固点
- 浊点
- 闪点
- API 指数
- 环烷烃含量
- 苯含量
- 十六烷值
- 粘度
- 冰点
- 冷滤点
- 密度
- 硫含量
- 十六烷指数
- MTBE



调和工艺在线分析的生产收益

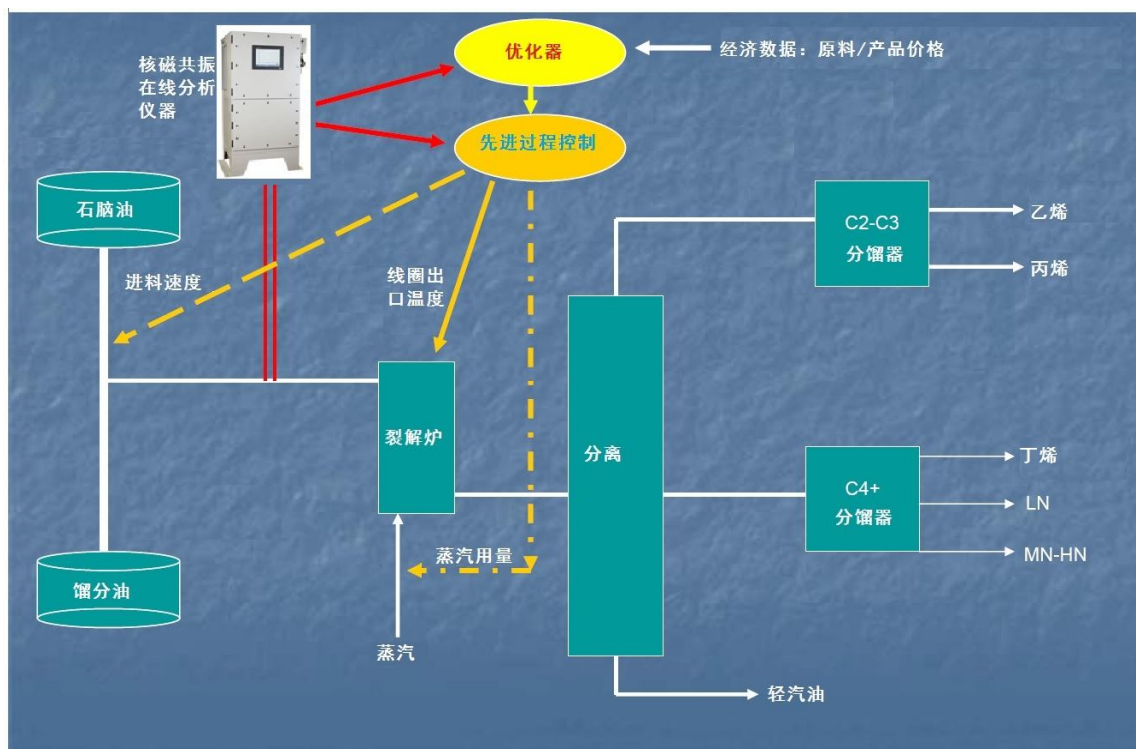
- 原油调和能使装置适应原油产地的频繁变化，实现复杂排产计划
- 原油调和能为 CDU 装置提供稳定油源
- 提高装置单元操作生产灵活性
- 优化原油采购，有效管理原油
 - 成品油调和能减少油品质量盈余
 - 提高一次调和成功率
 - 降低罐区库存
 - 实现产品质量卡边控制，得到高质量的产品
 - 降低高附加值产品在调和中的比例，显著提高经济效益
 - 减少能耗

在线 NMR 分析仪器特点

- 同时分析多个指标参数
- 单台仪器顺序分析多种物流介质
- 样品非介入、无损分析，环保安全，维护工作量极小
- 产品结构设计保证能在恶劣现场工艺环境下使用
- 可用于有毒有害环境条件下分析
- 结构坚固，无任何移动构件
- 波谱对样品变化反应灵敏，模型操作简单自动校正，智能升级
- 可对系统进行远程诊断跟踪，保证系统的高投用率
- 每个物流标准分析时间：2 分钟

在线 NMR 分析系统

乙烯裂解工艺装置应用



乙烯裂解工艺装置 NMR 应用示意图

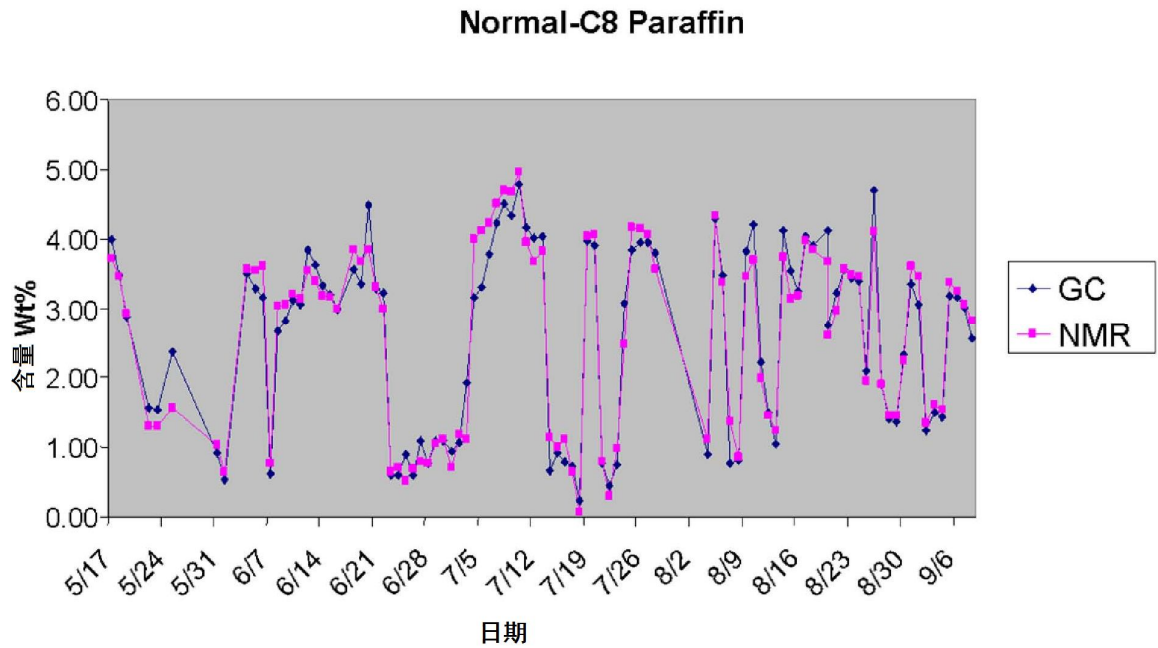
单台仪器实现多物流、多指标分析

乙烯裂解料 NMR 在线分析物性参数：

- | | |
|----------|----------|
| ● PIONA | ● 详细的烃分析 |
| ● 馏程 | ● 环戊烷 |
| ● 硫含量 | ● 环己烷 |
| ● API 比重 | ● 甲基-环戊烷 |
| ● 密度 | ● 甲基环己烷 |
| ● 氢含量 | ● 苯含量 |
| ● 粘度 | ● 甲苯 |
| | ● 乙苯 |
| | ● 二甲苯 |

乙烯裂解料 NMR 分析种类

- 各种石脑油
- 凝析油
- 柴油
- 瓦斯油



NMR 工艺生产实时检测长期跟踪效果图

乙烯裂解工艺原料在线分析的生产收益

- 实时分析关键物性数据, 提高设备的加工处理能力, 使设备工作在最佳状态
- 装置能够适应原料的频繁变换
- 有助生产紧贴工艺装置的约束条件
- 对原料进行更好的利用和管理
- 提高高附加值烯烃的收率
- 降低能耗
- 模型有利于 RTO 分析
- 提高裂解炉的使用期限 (反应过程中会生焦)
- 对生产周期和脱焦工艺车间进行有效管理
- 降低实验室离线分析强度, 或取消对应物性的实验室采样分析

在线 NMR 分析仪器特点

- 只有 NMR 能够长期有效的在几分钟内提供液体原料的全部组成信息
- 同时分析多个指标参数
- 单台仪器顺序分析多种物流介质
- 样品非介入、无损分析, 样品量少, 维护工作量极小
- 产品结构设计保证能在恶劣现场工艺环境下使用
- 可用于有毒有害环境条件下分析
- 结构坚固, 无任何移动构件
- 波谱对样品变化反应灵敏, 模型操作简单自动校正, 智能升级
- 可对系统进行远程诊断跟踪, 保证系统的高投用率
- 每个物流标准分析时间: 2 分钟

实验室 NMR 分析仪器

仪表参数

共振核	H^1, F^{19}, P^{31}
工作频率	$60.6 \pm 0.5 \text{ MHz}$, H^1
NMR 探头	环境温度探头, 设计用于 5mm、8mm 或者 10mm 核磁管的样品分析。



工作环境温度

无空调 20°C 到 30°C , 允许温度波动 $< \pm 5^\circ\text{C}$

有空调 25°C , 允许温度波动 $< \pm 10^\circ\text{C}$

环境湿度 小于 70%

电源要求 标准 220v, 3A / 110v, 5A

磁体系统

磁体 温度恒定自压缩场永久磁体, 计算机控制磁场梯度线圈

场强 45°C - 1.47 特斯拉

边缘场 磁体壳外小于 1 高斯.

净腔径 直径 30mm

频率稳定性 环境温度变化 $\pm 5^\circ\text{C}$, 频率漂移不超过 $\pm 1000 \text{ Hz}$, H^1 频率

典型应用

- 原油离线快评
- 原油在线快评
- 馏分油离线快速分析
- 馏分油在线实时分析
- 成品油在线实时分析
- 汽油分子管理
- 柴油分子管理
- 烯烃厂
- 生物技术
- 生物化工
- 农业/食品
- R&D – 研究机构和工业领域
- 聚合物

探头参数

H¹ 线圈的空载 Q > 180

匹配 50Ω 阻抗 Q > 20 dB

H1 谱参数

质子分辨率, (无自旋) < 1 Hz

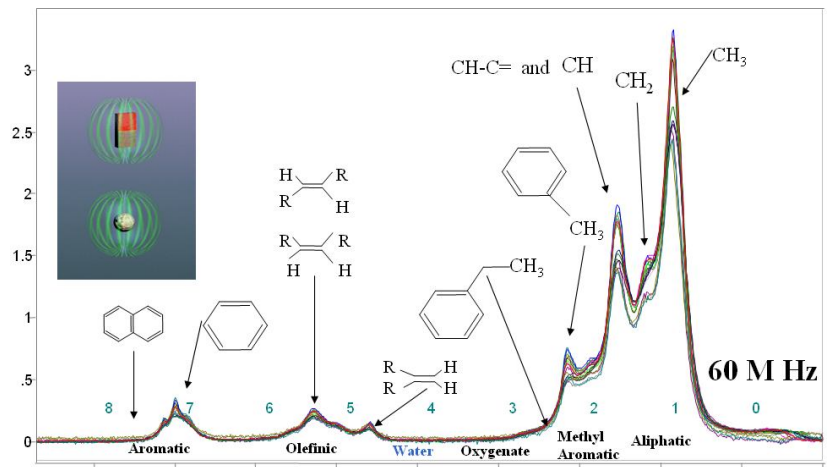
H¹ 线形

1% 氯仿, C¹³

卫星峰平均峰

高 线 宽

(0.55%) < 25Hz



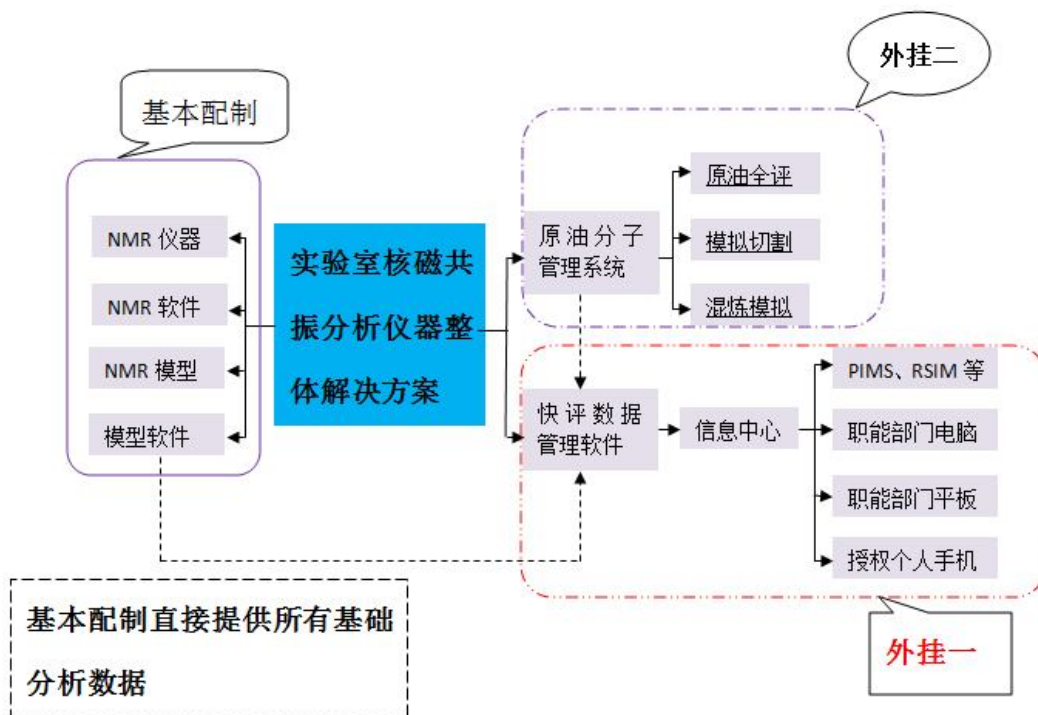
典型的汽油 NMR 频谱图

变温探头	25°C 到 90°C, 可接 5mm、8mm 核磁管	
质子分辨率	裸场	无离子水, 半峰高小于 300Hz, 10%峰高小于 500Hz
	匀场	无离子水, 半峰高小于 4Hz, 10%峰高小于 20Hz, 线宽小于 90Hz at 0.55%
质子线型	1% 氯仿, 峰高 0.55% 线型分辨率: 小于 25Hz,	
质子灵敏度	1 次脉冲扫描, 1% 乙苯四重峰最强信号与平均噪声的信噪比 > 60:1.	
	1 次脉冲扫描, 1% 乙苯最强信号与平均噪声的信噪比 > 300:1.	
均值灵敏度	15 次脉冲扫描, 1% 乙苯四重峰最强信号与平均噪声的信噪比 > 250:1	
	15 次脉冲扫描, 1% 乙苯最强信号与平均噪声的信噪比 > 3000:1	
脉冲宽度	功率 6W, 90 度翻转脉冲宽度小于 25 微秒.	
定量精度	5% 乙苯溶液, 波谱中三组信号峰积分比值:	
	准确度	苯环与 CH ₂ +CH ₃ 基团信号积分比值平均: 1:1 ± 0.05
	精度	10 次连续积分标准偏差不超过 0.01

实验室核磁共振分析仪器配套的变温探头, 能够适用于多种不同工况条件的样品, 在不同的温度条件下进行样品分析。变温探头的工作温度可以调节, 调节范围: 室温-90°C, 调节精度 0.1°C; 温度的调节不影响分析仪器性能的稳定。

NMR 软件

下图是一个实验室离线客户端，NMR 完整解决方案的功能模块。



NMR 分析仪器的基础配置，包括了 NMR 用户端界面的全部操作软件，按功能和任务划分，有以下几个部分：

- NMR 服务器
- 实验室 NMR 客户端
- 加热器客户端
- 诊断客户端
- 应用客户端 †

NMR 服务器

NMR 服务器是一个软件应用程序，在后台工作、与实验室 NMR 分析仪器通讯，并控制实验室 NMR 分析仪器。

实验室 NMR 客户端

实验室 NMR 客户端应用程序是最主要的应用程序，主要用于实验室 NMR 分析仪器的控制 and 操作。

加热器客户端

加热器客户端，是跟踪和控制 NMR 磁体芯核心温度的应用程序。它操作磁体芯内一系列的加热元件，对整个磁体芯保持一个稳定和均匀的温度。

诊断客户端

诊断客户端应用程序执行对 NMR 传感器的诊断扫描，对测试的参数，返回传感器的读数。用户可以不运行 NMR 实验室客户端应用程序，就能做一个初始化 NMR 测试扫描。

应用客户端

应用客户端是一个极其方便的用户操作界面。使用一台实验室核磁共振分析仪器，就可分析多个样品介质。所有功能/参数由 NMR 专家预先设定好，用户只需要选择定义好的样品名称。

通讯软件

实验室 NMR 分析仪器系统的通讯软件，能让操作者控制实验室 NMR 分析仪器，该软件对用户是透明的，在后台运行。

NMR 模型

按照用户实际的业务需要，NMR 分析仪器的基础配置中，设置了满足用户分析需要的模型。不同的样品类型，有不同的模型数据库。

序号	样品名称	物性模型
1	原油	API、酸值、总碳、总氢、总硫、总氮、水分、凝固点、残碳、胶质、沥青质、TBP曲线（80~540℃）、镍、钒
2	石脑油	馏程、密度、PONA、硫含量、氮含量、溴价、蒸汽压
3	汽油	馏程、密度、硫、辛烷值、族组成、蒸汽压
4	煤油	馏程、密度、粘度、硫、闪点、烟点、冰点、苯胺点、烃组成
5	柴油	密度、粘度、十六烷值、馏程、闪点、凝固点、硫含量、氮含量
6	蜡油	密度、馏程、粘度、残碳、碱性氮、C、H、S、N、闪点、凝点、四组分
7	催化料	API重度指数，粘度，馏程，硫含量，密度，烷烃含量，环烷烃含量，芳烃含量，沥青质含量，残炭，碱性氮，折射指数
8	油浆	密度，硫含量，粘度（100℃），水分
9	混合蜡油	密度、馏程
10	改制汽油	密度、硫、辛烷值、族组成
11	加氢裂化柴油	馏程、密度、凝点、闪点、水含量
12	加氢裂化柴油	馏程、密度、冰点、烟点、闪点、运动粘度
13	精制柴油	馏程、凝点、溴价、闪点、十六烷值、密度
14	加氢原料油	馏程、硫含量、密度、氮含量、残炭
15	减三线	C, H, S, N, 密度, 残炭, 碱性氮, 馏程（10%）, 馏程（30%）, 馏程（50%）, 馏程（90%）

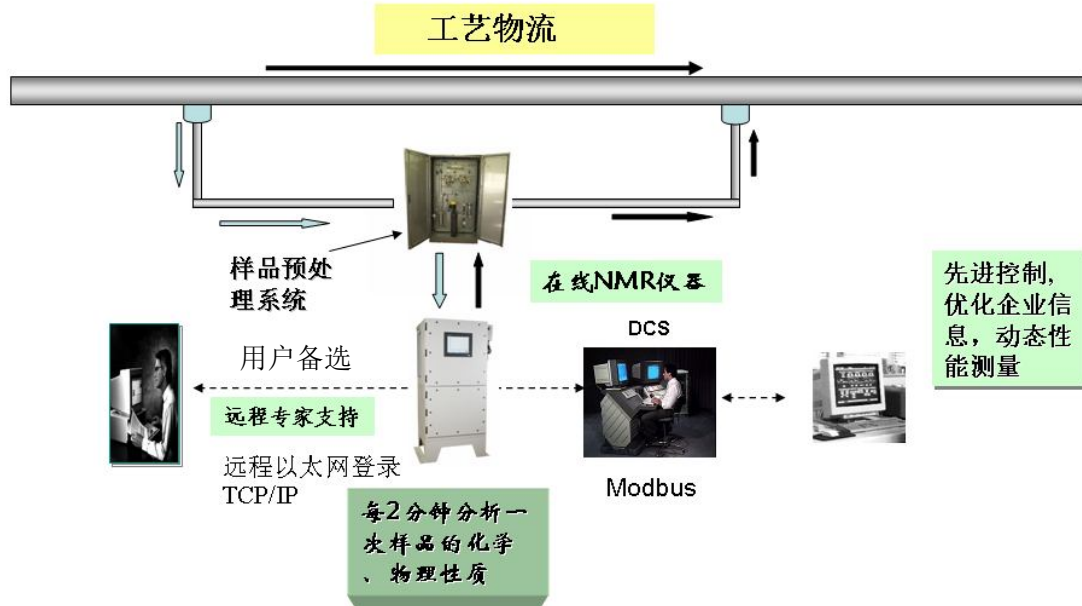
NMR 快评数据管理系统

NMR 快评数据管理系统，是 NMR 实验室基础配套之外的一个功能扩展模块，能高效的将 NMR 快评数据进行有效的管理和利用。系统有 26 个功能大项，数百个功能小项。

NMR 分析	任务管理	任务管理	根据物料名称、采样点、采样时间、创建人、创建时间、状态等信息，下达、删除、修改 MNR 分析任务，	
	样品分析	样品分析	根据任务单编码，自动对 NMR 谱图进行预测，保存预测结果。	
		样品录入	根据任务单编码，对特殊已知性质样品进行手动录入，并保存结果。	
		数据审核	对化验员分析的数据进行审核。	
		数据归档	对已审核的数据进行归档保存，并参与全厂物性地图可视化展示。	
	分析结果	分析结果管理	对分析结果进行查询、修改、删除等操作。	
		分析结果展示	对分析结果进行可视化展示。	
		首页数据管理	对系统自动生成的物性地图数据进行修改，删除，保存等操作。	
	数据管理	物性跟踪	物性跟踪	对近 7 日（或指定时间范围）API、酸值、硫含量等数据以及自定义数据走势进行可视化跟踪展示。
		快评日报	快评日报	对当日快评数据，按物料进行归档，并按企业所提供的模板进行可视化展示以及导出。
基础数据		物性管理	对性质名称、编码、单位、最大最小值进行增删改查等操作。	
		物料管理	对各物料（物料名称、采样点信息、谱图路径、模型路径）基础信息进行维护，建立与 RSIM（流	

			程优化测算)、PIMS(基于线性规划的计划优化)、ORION(炼油动态调度系统)、RPMS(炼油与石油化工建模系统)等优化软件以及LIMS(实验室信息管理系统)、MES(生产执行系统)等管理软件通讯接口。
		模型管理	对各物料模型进行维护、上传、迭代、回滚。
		物性映射	对物性模型文件中的物性与快评系统中的标准物性数据进行关联。
		采样点	对采样点信息进行维护。
样品库	样品库	样品库	对历史分析的样品数据进行管理。

在线NMR分析仪器现场工艺流程示意图



NMR 分析—实时感知物性的魅力

北京凯利安能科技有限公司
北京市石景山区实兴大街 11 号
邮编: 101100
电话: 18511751428
邮箱: peterweits@163.com
网站: www.bjklan.com