



MCT超级悬浮床技术开发与工业实践

北京三聚环保新材料股份有限公司

MCT超级悬浮床技术开发与工业实践

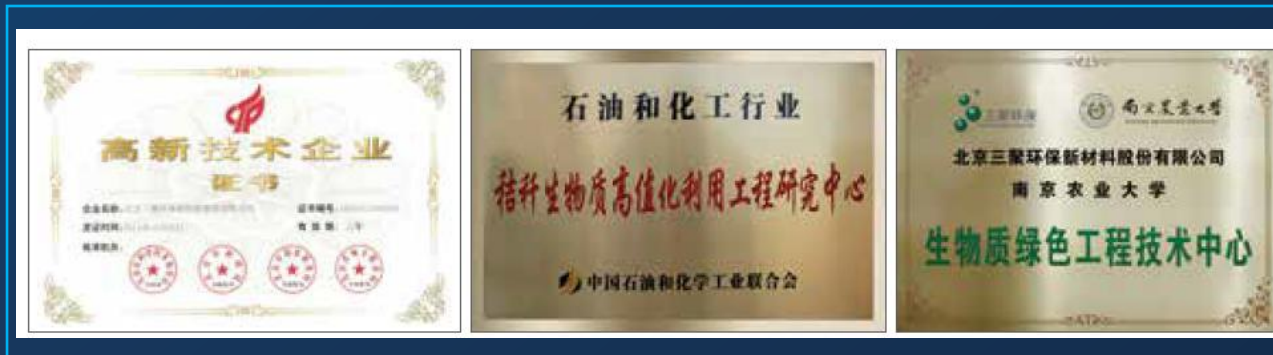
一． 三聚环保概况

二． 超级悬浮床技术的开发历程

三． 超级悬浮床技术的工业实践

四． MCT的近期进展和未来发展

三聚环保是一家为能源清洁化及生产过程的环境友好提供产品、技术及服务的综合性能源服务公司。



海淀区属混合所有制企业，1997年诞生于中关村高新技术产业园



2010年4月在深圳证券交易所创业板上市，国家级高新技术企业



2015年获“十二五”石化行业最具创新力十佳企业称号



2016年获全国企业管理现代化创新优秀成果（国家级）一等奖

以技术创新、金融创新、模式创新引领快速发展



员工

1500人

营业收入

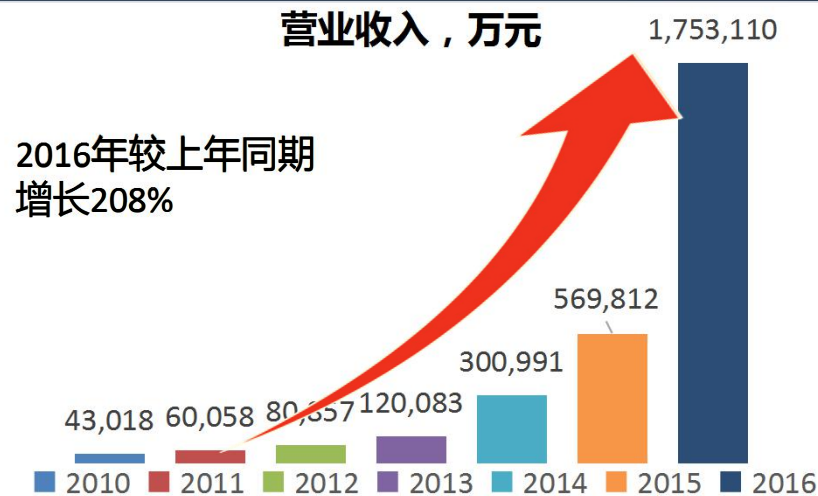
175亿元

税后利润

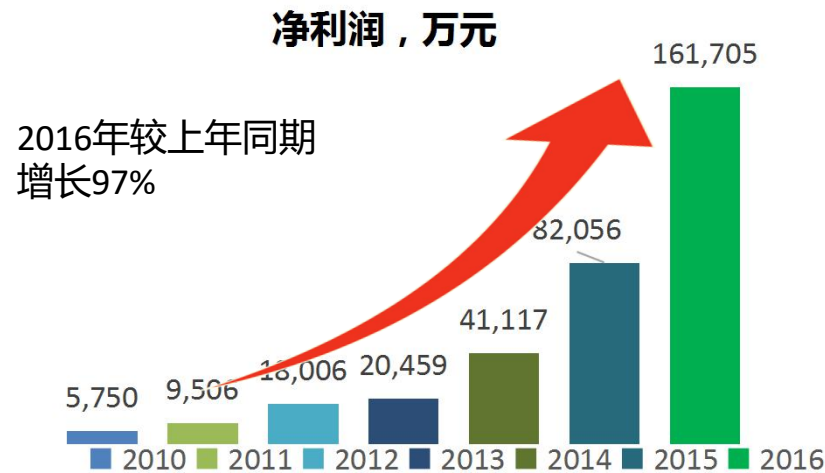
16亿元

已成为市值最高的环保技术公司

营业收入，万元



净利润，万元



三聚环保的未来定位



世界一流的服务于能源、石油化工、现代煤化工技术公司



世界领先的生物质利用和绿色能源与化学品技术公司

二、MCT技术的开发历程

创新精神 + 跨界合作

石油化工
技术团队



煤化工技
术团队

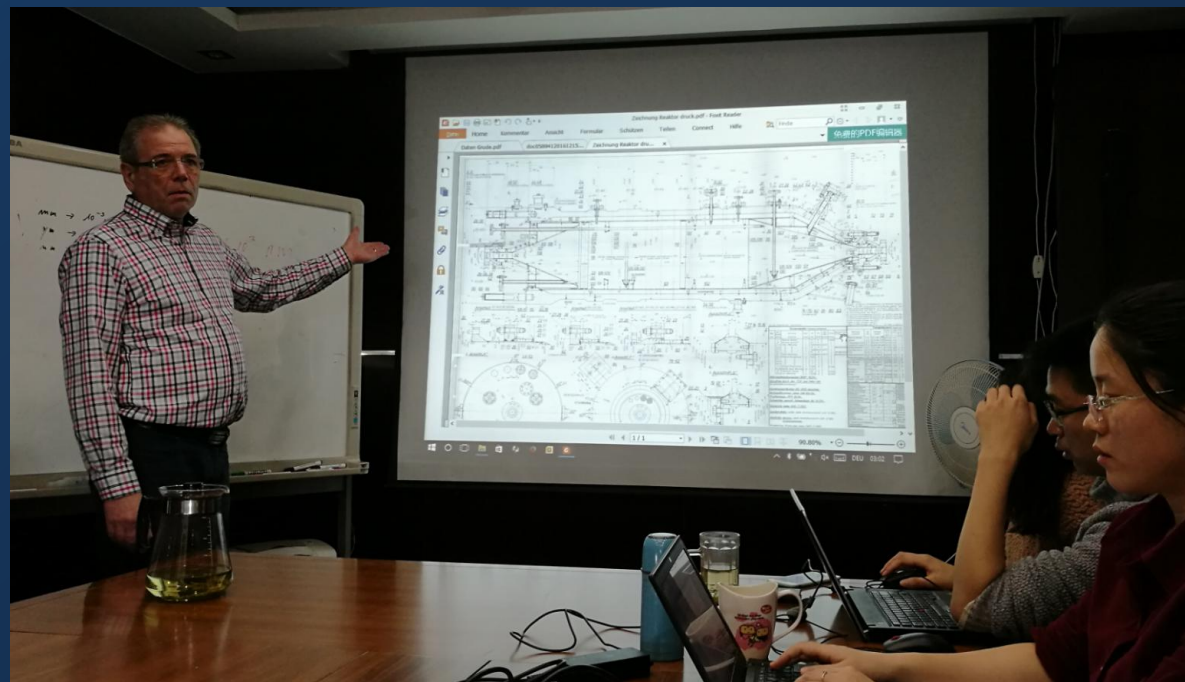


催化剂研
发团队



工程技术
研发团队

国际视野



- 我们与德国、日本、美国团队深度合作，广泛吸收国内外的经验并实施自主创新。

强大的开发团队



化肥催化剂
国家工程中心
魏可镁院士



北京华石
李林



三聚环保
林科

联合研发

多层次研发合作

美国西南研究院

- 关键阀门、管线防磨损、防结焦涂层



SRC

- 悬浮床加氢技术合作（控股公司）



德国H-teck

- 悬浮床技术咨询及服务（唯一排他）

北京华石

- 超级悬浮床工艺技术开发



强有力的自主研发体系

北京研发中心
悬浮床长周期运行评价

武汉金中石化工程设计公司
核心工艺包开发及工程模拟

福大化肥催化剂国家工程研究
中心有限公司
悬浮床核心催化剂反应动力学
和机理研究



研发历程

2009年7月

- FeOOH开发通过技术鉴定，铁基悬浮床加氢催化剂研发启动

2011年3月

- 与日本SRC签署合作开发协议，开展煤焦油深加工技术开发

2011年6月

- 重质油加氢催化剂提交发明专利

2012年1月

- 与福大化肥催化剂国家工程研究中心有限公司合作，开展催化剂机理及反应动力学研究

2012年

- 3月高压反应釜交付使用；
- 12月第一套连续评价装置（BHU）交付使用

2013年5月

- 向宝塔联合化工提供20万吨中低温焦油浆态床加氢工艺许可

15.8万吨工艺包的开发

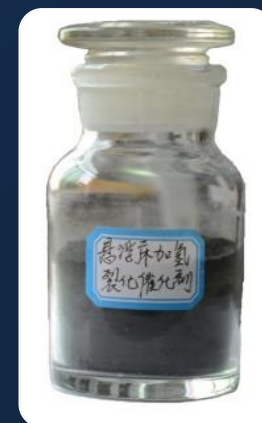
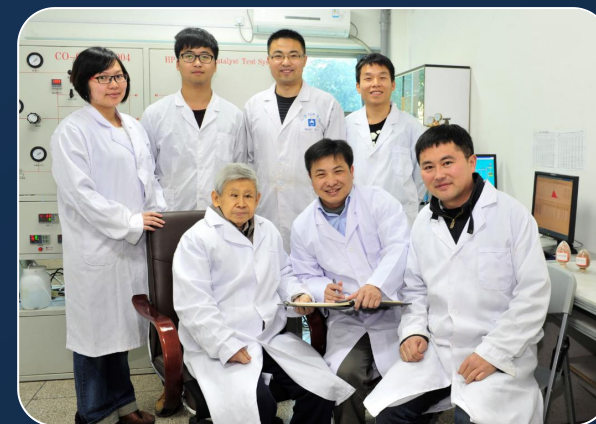
工艺包开发团队：北京华石

1. 2013年7月开展工艺包设计；
2. 2014年5月完成工艺包编制；
3. 2014年3月日本、德国技术团队完成工艺包评估；
4. 2016年10月，完成百万吨级悬浮床工艺包开发，并通过国内外专家团队评审。



研发新型悬浮床催化剂

- 2015年10月完成催化剂的工业放大及规模化工业生产。



小试：高中低温煤焦油、劣质原油、减渣、催化油浆、沥青

反应温度：440~470℃，反应压力：18~25MPa



中试：高中低温煤焦油、劣质原油、减渣、催化油浆、沥青

反应温度：440~460℃，反应压力：20.5MPa

反应系统



浆态床反应器
(32ml、1L)



固定床反应器
(5ml、100ml、1L)

分离系统



蒸馏



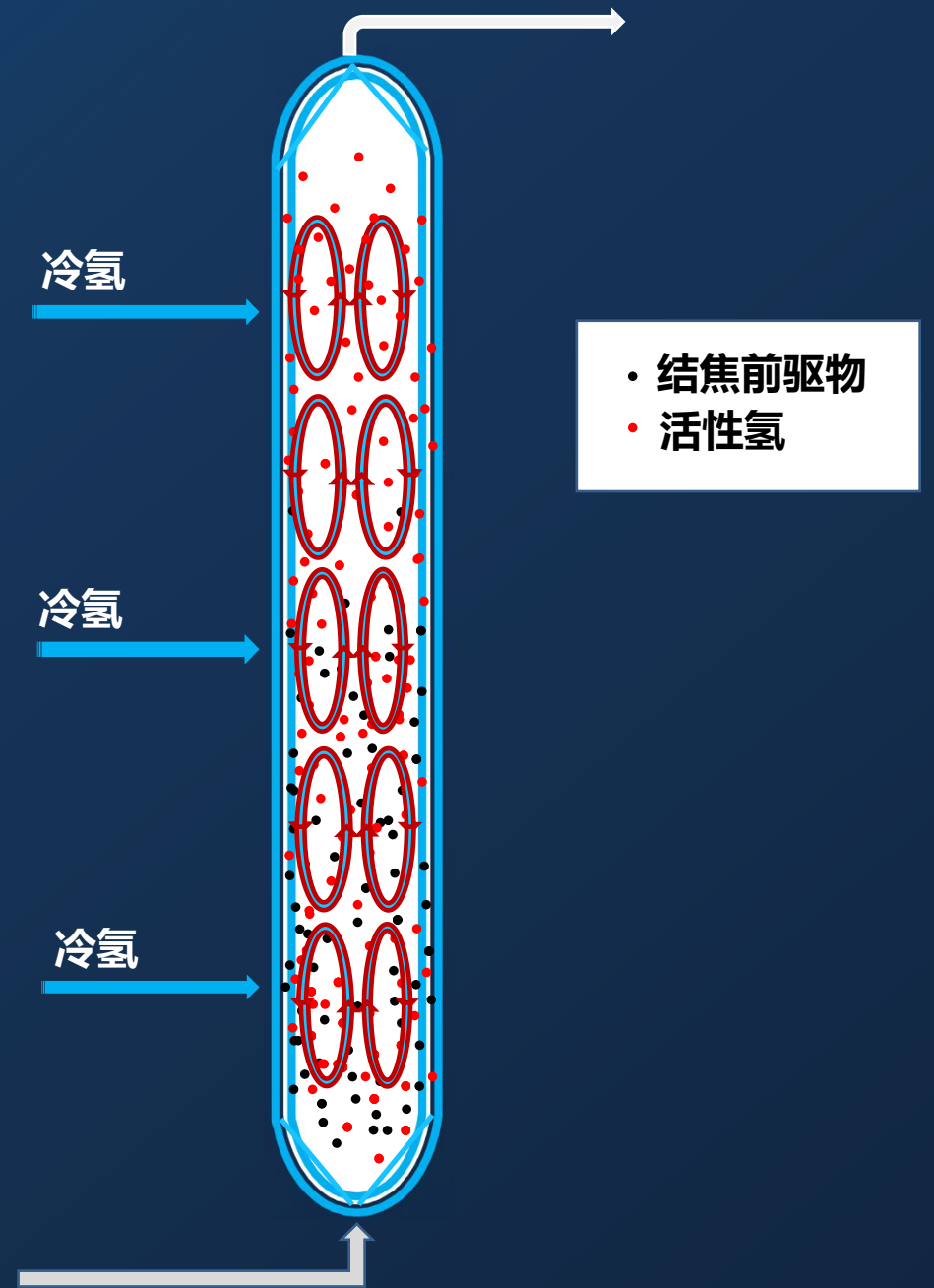
过滤

中试成果

1. 反应器内气、液表观流速和固含率等参数对床层反应结果的影响规律，为反应器的尺寸和结构设计提供了重要依据。
2. 开发出大比例自内循环的反应器（与反应器直径、结构紧密相关）。
3. 测试“飞温”的演变过程，研究了悬浮床“飞温”的机理，开发了针对性的前馈控制方案，设计出了预防悬浮床“飞温”的措施。
4. 通过中试得到了全流程的工艺操作参数和物性数据参数，为进一步的工艺包的开发、工艺流程的确定，提供了丰富的实验数据来源。

反应器的技术研发

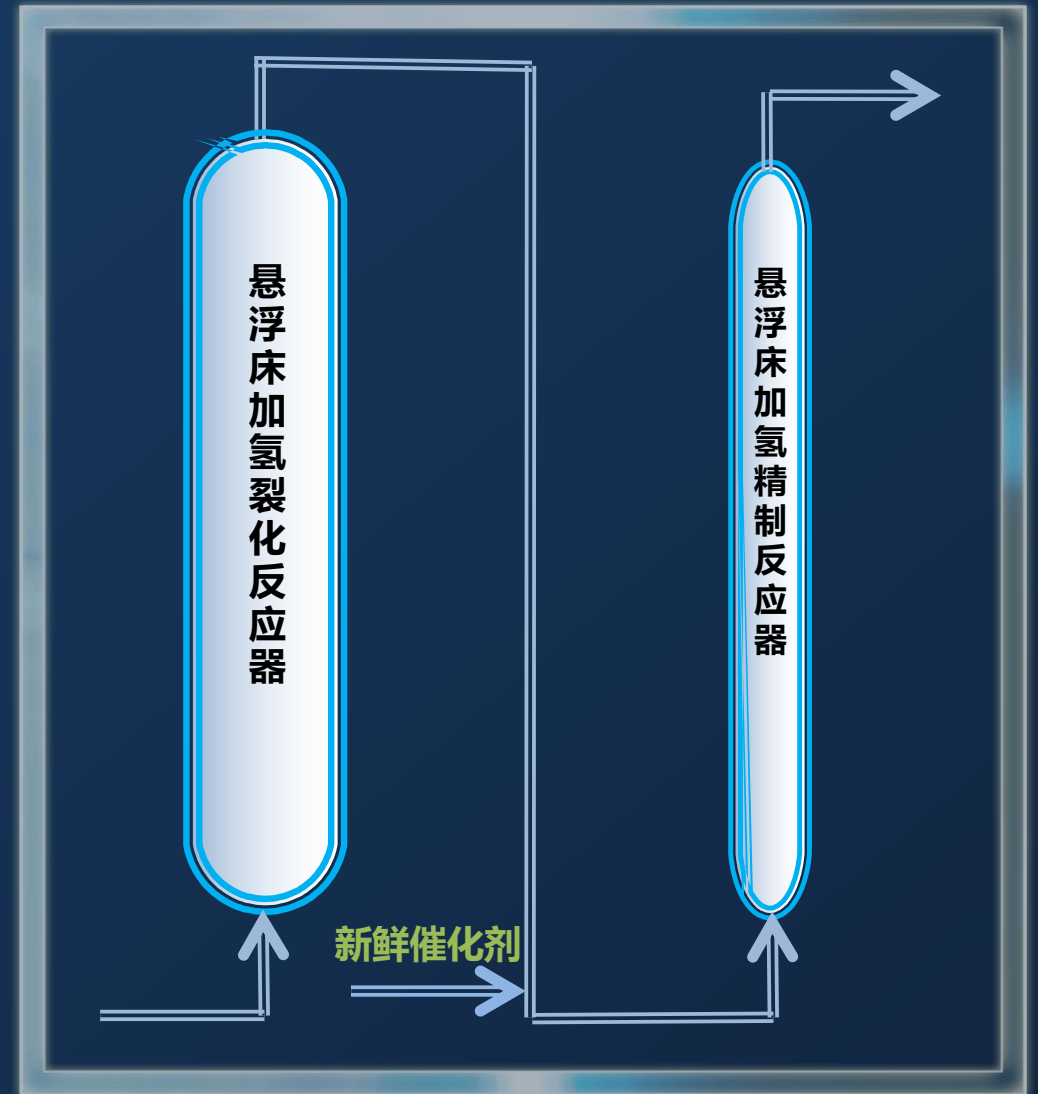
- ① 具有强大的三相流返混效果；
- ② 独特的自清洁功能；
- ③ 先进的控制系统，催化剂浓度在20~30%可灵活调整。
- ④ 开发了最大程度发挥催化剂特性的结构形式。



反应器的技术研发

研究开发了悬浮床加氢稳定反应器的理论和工艺。

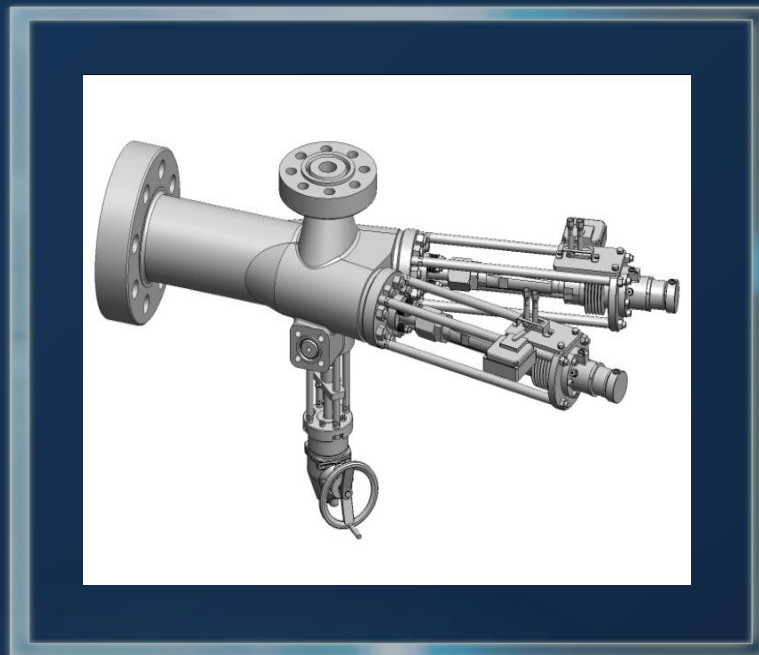
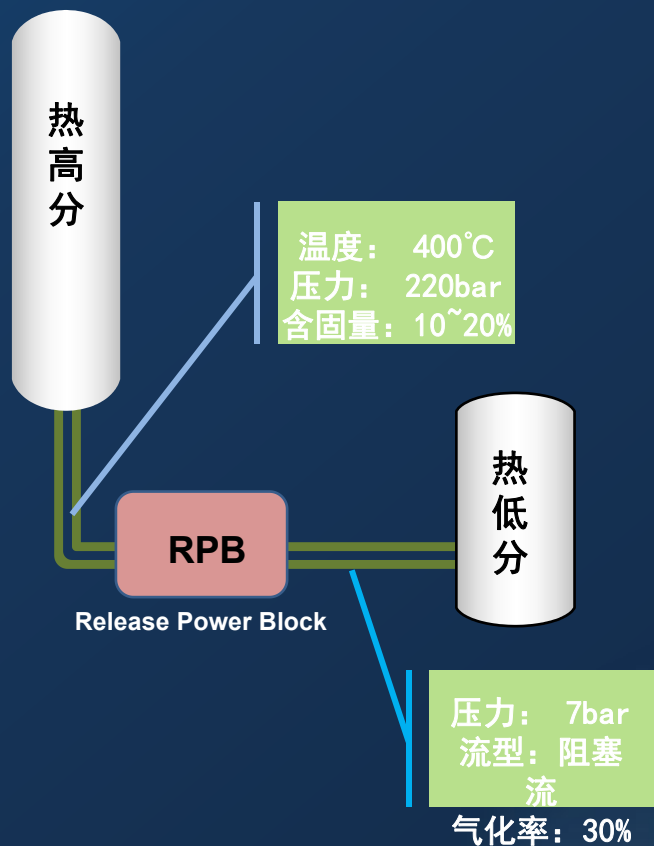
在相对温和的条件下，对以热裂化为主的反应产物进行加氢饱和、加氢精制和加氢稳定的过程，可大幅降低悬浮床加氢工艺中硫、氮、氧和不饱和烃等杂质，以最小的代价提高油品的安定性，显著提升油品质量。



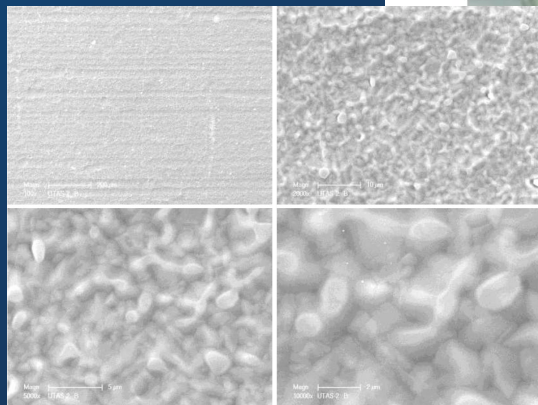
RPB系统的开发

除反应器这一最重要的开发之外，MCT工艺包开发还包括以下重要方面

高能含固液体大幅度
降压防磨损工艺
——RPB系统



优异的系统防磨损、防堵塞技术

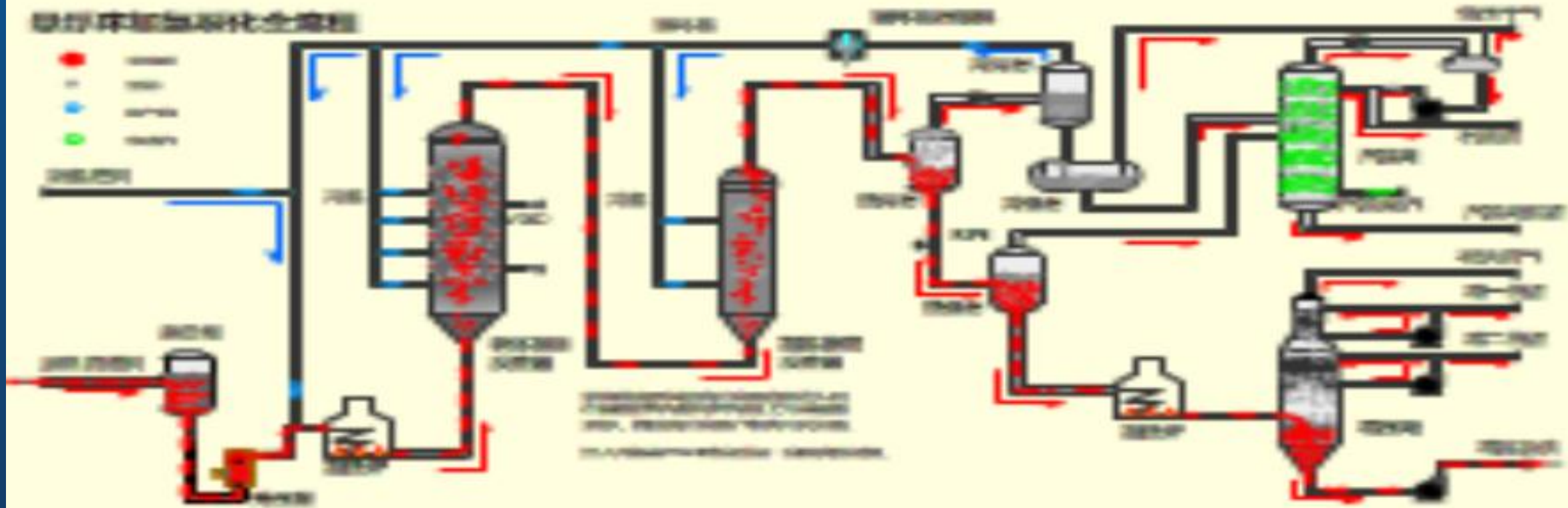


抗磨镀层电镜照片



磁浮床加氢脱硫化流程图

- 原料
- 氢气
- 氮气
- 蒸汽



三、MCT悬浮床技术的工业实践

1、15.8万吨工业装置建设

装置建设



2014年3月31日

• 15.8万吨项目在鹤壁奠基



2014年2月

• 武汉金中开展施工图设计



2014年10月

• 开始工程安装



2015年12月10日

• 中间交接



2015年10月2016年1月

• 装置吹扫、气密、轻油联运、催化剂硫化

2016年2月，中国首套自主研发的超级悬浮床工业装置全面建成



2、MCT一次性开车成功

2016年2月21日至2016年7月12日

MCT 悬浮床反应器投料阶段反应启动

2月19日
15:20分

2月21日
9:09分

2月21日
16:00分

反应器温度
450.8°C

400°C

425°C

添加催化剂

反应器温度400°C

反应器启动

MCT工业装置运行情况

- 悬浮床第一周期生产主要加工全馏分高中低温煤焦油，并掺炼减压渣油及石油沥青等重质油品。固定床主要加工悬浮床生产的中间物料，产出国五柴油及石脑油产品。
- 第一周期安全平稳运行141天13小时。

运行温度430~460 °C

压力:20~21MPa

催化剂加入量 : 0.2~1.5%

氢气消耗 : 2~3% (MCT) +1.5~3% (固定床)

C1~C2气体收率 : 1.8~2.5%

C3~C4液化气收率 : 1.2~1.9%

石脑油收率: 20~30%

柴油收率 : 60~70%

残渣 : 2~3%

酸性气+生成水 : 1.5~2.6%

转化率: 96~99wt%



煤焦油+沥青



MCT+固定床



石脑油

柴油

3、MCT首次计划停工检查

2016年7月12日至2016年12月1日

停车技术验证

- ① 悬浮床第一次按规程计划停车，验证停工技术；
- ② 系统性验证悬浮床高含固高压紧急排放系统的安全可靠性；
- ③ 检查反应器、高压分离器、减压系统、工艺管路等是否磨损、结焦及堵塞。

装置关键设备：反应器、高分无结焦，无沉积



装置关键设备-RPB阀门光亮如新



系统无磨损、无结焦、无堵塞



4、MCT首次加工高钙稠油

第一阶段：准备工作

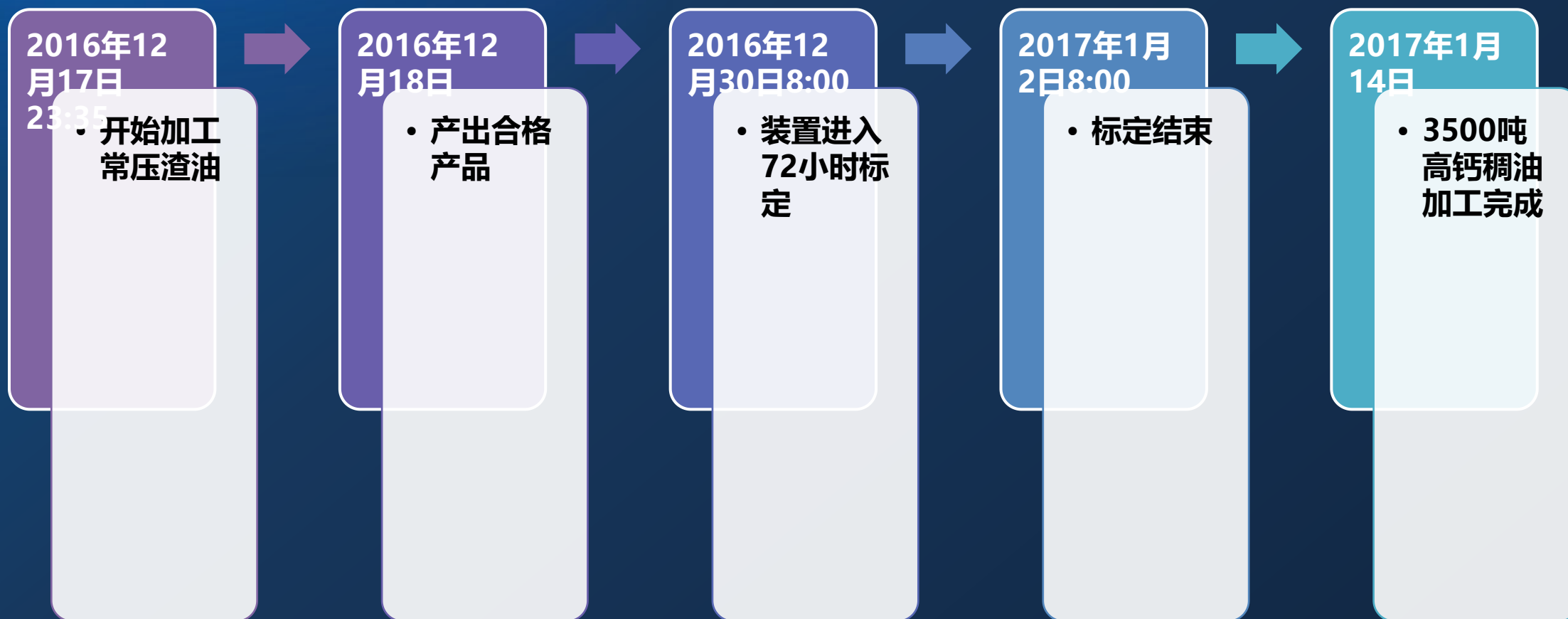
1. 针对第一加工周期中轻油收率过高的特点，热低分后增加了轻油初拔系统；
2. 优化了反应后高钙残渣的分离系统。
3. 开展了高钙稠油催化剂调配研究及小试、中试评价。



第二阶段：成功加工高钙稠油

2016年12月17日——2017年1月14日

加工高钙稠油的生产运行情况



MCT 悬浮床加氢工业示范装置运行标定报告

克拉玛依高钙稠油

项目承担单位	北京华石联合能源科技发展有限公司
工业测试单位	鹤壁华石联合能源科技有限公司
标定委托单位	中石油克拉玛依石化
组织标定单位	北京三聚环保新材料股份有限公司
现场标定日期	2016年12月30日—2017年1月2日

标定组织与参与人员

北京三聚环保新材料股份有限公司

刘雷 林科

北京华石联合能源科技发展有限公司

李林 郭立新 路阳

鹤壁华石联合能源科技有限公司

赵爱国 李国良 石继红 何二轩 肖佐华 朱世凯 胡红辉

中石油克拉玛依石化有限责任公司

尹宏 熊春珠 张博 黄新平 安晓杰

MCT悬浮床加氢工业示范装置运行标定报告

五、MCT悬浮床技术进展 和未来发展

与国内外开展广泛合作

- 与国内石油化工企业及俄罗斯、拉脱维亚、美国、立陶宛等国开展广泛的商务合作交流，2017年将开工建设多套百万吨级MCT悬浮床装置。
- 对不同用户的特种原料进行工业运行测试，为大型工业装置建设提供可靠的工业化技术基础数据。

平台技术的移植案例——开发了悬浮床脱硫新工艺

- 悬浮床工艺是一项平台技术，在鹤壁工厂实现移植创新应用；
- 含1万~10万ppmH₂S的炼厂酸性气通过三聚的高效脱硫材料，利用悬浮床工艺，脱到小于10ppm，一步生产出固体硫磺。

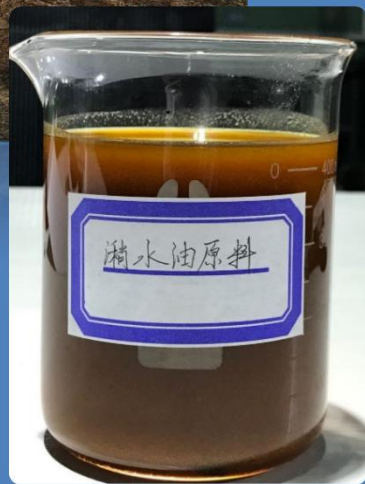
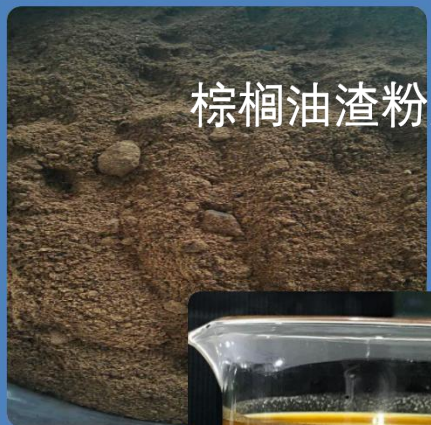


利用MCT技术将生物质资源转化为清洁能源——

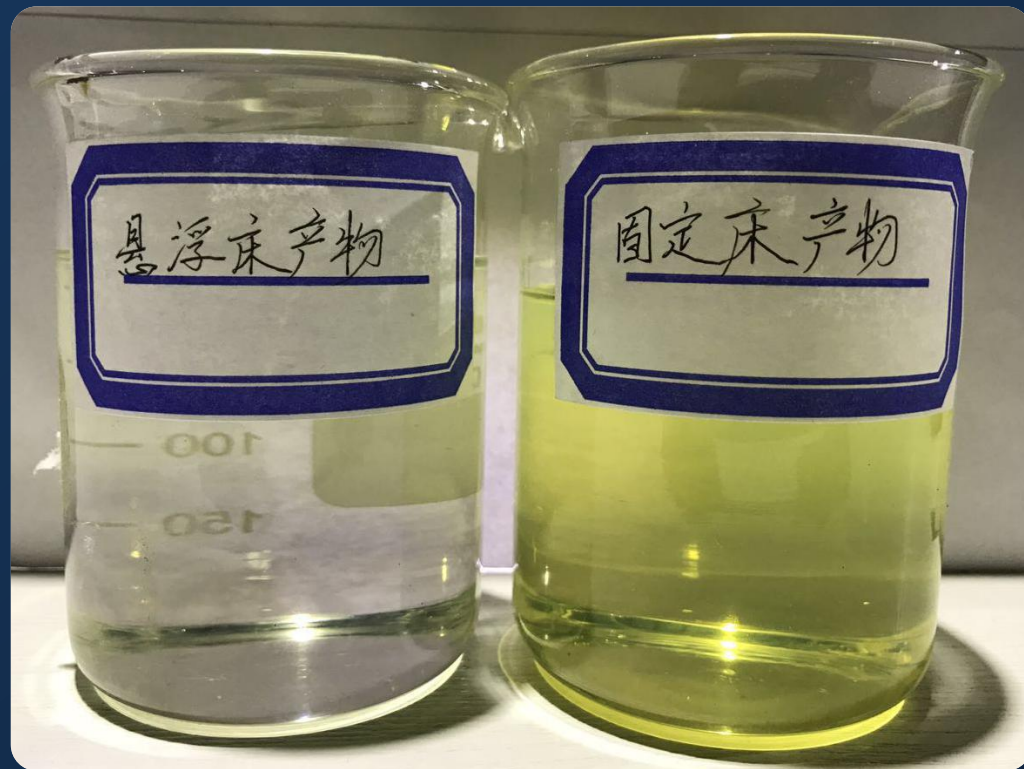
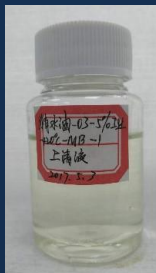
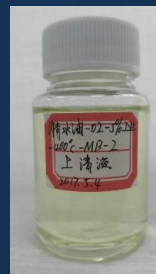
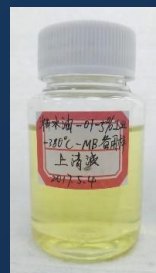
利用MCT先进平台技术，实现煤、石油、生物质共转化，探索矿物废油、生物废油加工路线，大力发展绿色、再生和清洁的能源与化学产品。



地沟油原料



泔水油原料



玉米秸秆原料



玉米秸秆粗破碎后（粒度1.5-2cm）



玉米秸秆细粉碎后（粒度80-200目）



玉米秸秆配浆（与漚水油，比例1:3）



3、按照漚水油+油渣粉混合进料结果，经计算折算成单独油渣粉的产物分布如下：以油渣粉为基准,不含催化剂 (420℃)

产物分布	wt%
气 wt%	13.96
水 wt%	31.61
油wt%	51.79
残渣wt%	5.92
氢耗wt%	2.98



高压釜加氢实验

实验条件	原料/四氢萘	1:2
	反应温度	380C°
	催化剂+添加量	福大催化剂 5%
	氢气初压 MPa	5
	反应时间(min)	90
产物分布 (以油渣粉为基准)		
气 wt%		27.52
油 wt%		>41.29
残渣 wt%(不含催化剂)		8.80
水 wt%		22.40
转化率 wt%		91.20
产物分布 (以无水无灰油渣粉为基准)		
气 wt%		30.86
油 wt%		>46.32
残渣 wt%(不含催化剂)		3.54
水 wt%		19.28
转化率 wt%		96.46

胡麻油油渣粉加氢实验报告

原料性质

名称	结果
水分	5.21%
灰分	5.64%
挥发份	72.82%
固定碳	16.33%
HI(正己烷不溶物)	90.27%
元素分析	
C	45.14
H	6.63
N	6.97
S	0.292
O	39.16

MCT超级悬浮床技术的发展实施路线

1、装置的小型化、模块化发展（生物质、废油）。



2、大型化建设（煤焦油100万吨/年、减压渣油100万吨/年；海外工程）。



3、原料和产品的多样化研究（环保、高品质润滑油、芳烃）。

4、装备的精细化发展。（与国内科研机构 and 制造商对装备制造进行优化合作）

**三聚作为开放型技术公司，积极与国内外
公司开展广泛合作，欢迎到现场来考察、指导，
开展不同原料工业化试验，愿为中国炼油技术
向世界领先水平迈进做出贡献。**

天蓝 水清 地沃 人善

THANK YOU !