

# FITS

## »液相加氢新工艺



### 湖南中天元环境工程有限公司

Hunan Zhong Tian Yuan Environmental Engineering Co.,Ltd.

地 址：湖南省平江县高新技术产业园区坤宇路3号

电 话：0730-2935585

传 真：0730-2935585

邮 箱：info@hnztyhj.com

网 址：www.hnztyhj.com



湖南中天元环境工程有限公司

Hunan Zhong Tian Yuan Environmental Engineering Co.,Ltd.

## FITS液相加氢新工艺介绍

FITS液相加氢工艺（Flexible and Innovative Tube reactor with Selective liquid-phase hydrogenation technology）的核心是采用微孔分散技术和固定床反应器组合的新型专用反应器，提高加氢反应效率。微孔分散技术是使用微纳米材料将氢气以微纳米气泡的形式分散到原料油当中，可大幅提升氢气在原料油中的分散、溶解速率，而且有效抑制了未溶解氢气自聚形成大气泡进而阻碍原料油与催化剂接触。新型专用反应器有别于传统反应器中大量返混，提高了反应效率。

### 工艺流程

FITS加氢工艺包括氢气微孔分散及气液混合、固定床液相加氢和产物分离三个部分，如图1所示。原料和氢气进入专用反应器下部混合段，氢气通过专用反应器内部纳米级微孔分散成微纳米气泡向原料油中扩散，充分混合后自下而上与催化剂接触发生加氢反应，经分离后即得到加氢产品。

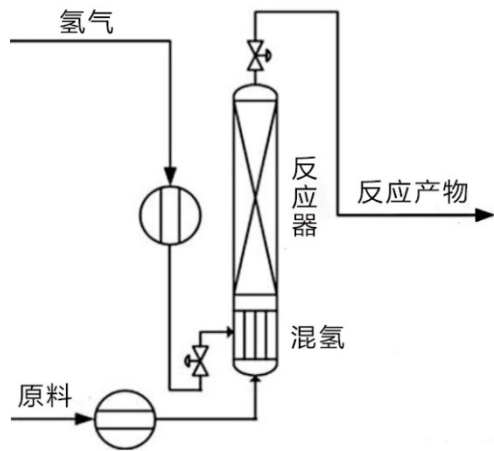


图1 FITS加氢工艺流程示意图

### 反应机理

液相（循环）加氢工艺中一般采用分布管或静态混合器将氢气分散到原料油当中，形成的气泡直径较大，多为毫米甚至厘米级，如图2所示，分散效果差，小气泡容易自聚变成大气泡，进一步影响氢气在原料油中的溶解速度，从而影响液相加氢效果。FITS加氢工艺中开发了一种微孔分散技术，氢气经过微纳米材料的微孔分散后形成微纳米级气泡，高度分散到原料油当中，如图3所示。微纳米级气泡可以大幅增加气液接触面积，促进氢气的快速溶解，同时过剩的大量微纳米氢气气泡高度分散在原料油当中，随原料油一起以平推流的形式通过管式反应器，一方面不容易自聚变成大气

泡，另一方面能够迅速弥补原料油在加氢过程中消耗的溶解氢，维持加氢反应过程的氢驱动力，从而提升反应效率。



图2 常规气液混合效果



图3 微孔分散气液混合效果

### 工艺特点

与传统的滴流床加氢工艺和液相循环加氢工艺相比，FITS加氢工艺具有以下特点：

- 1、工艺流程简单、投资省；
- 2、反应效率高，同等条件下反应空速可提高三倍以上；
- 3、无氢循环和油循环系统，能耗低，本质安全性高。

### 工艺应用范围

能广泛适用于重整生成油、航煤、直馏柴油、纯烃生物柴油、催化柴油、渣油、煤焦油、矿物油、溶剂油、废润滑油、各种重油馏分和其它化工产品等多种物料的加氢精制。

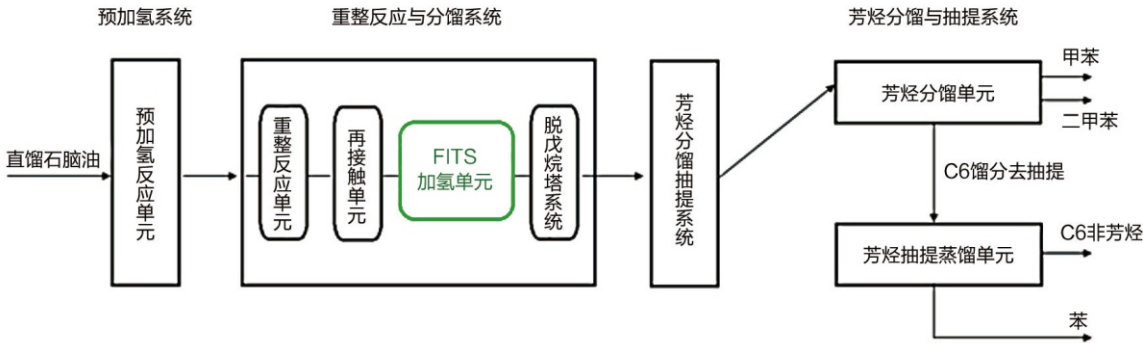


# 重整生成油 FITS 加氢新工艺

## 技术背景

FITS新型油品加氢技术历经数年开发，首先于2012年成功应用于中石化长岭分公司重整生成油加氢装置，并于2013年7月11日获得中国石化科技部组织的鉴定。

## 工艺简介



FITS新型油品加氢技术采用催化活性高、选择性好、装填密度较低和预载硫、免硫化的专用催化剂，结合新型管式液相加氢技术，将重整生成油加氢精制成为溴指数合格的产品。

## 工艺对比

以中石化长岭分公司70万吨/年催化重整生成油脱烯烃工艺为例。

白土吸附	传统加氢	FITS加氢
<ul style="list-style-type: none"><li>脱烯烃效果 150mgBr/100g；</li><li>白土消耗量大；</li><li>白土需频繁更换，不利于环保。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>脱烯烃效果 40mgBr/100g ；</li><li>只能对单馏分加氢；</li><li>氢消耗量 500Nm³/h；</li><li>能耗大（循环加氢配备压缩机等机动设备，且循环氢量大 10000Nm³/h）；</li><li>氢油比大（200~300）。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>脱烯烃效果 40mgBr/100g；</li><li>能对全馏分、单馏分加氢；</li><li>氢消耗量 240Nm³/h；</li><li>能耗降低（取消了循环加氢，装置电消耗量下降15000kW·h/d左右）；</li><li>氢油比小（1~5）；</li><li>可完全取代普通加氢脱烯烃和白土吸附，工艺更加简单；</li><li>环保安全。</li></ul>

## 效益分析

### 经济效益分析

（以中石化长岭分公司70万吨/年催化重整生成油脱烯烃工艺为例）

取消抽提原料加氢装置，年均节约运行费用854.3万元。

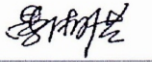
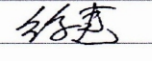
停用白土精制工艺，降低成本86.4万元/年。

较常规加氢工艺降低氢气消耗200Nm³/h，降低运行成本225万元/年。

合计，总经济效益可达1165.7万元/年。

注：本经济效益分析主要考虑运行成本，该工艺节省的设备成本、人力成本、环保成本以及优质产品带来的效益未计算在该经济效益之内。

## 成果评定

鉴定意见
<p>1、提供的技术资料齐全，数据可信，完成了中国石化科技开发合同（合同号：112060）规定的任务，符合鉴定和档案管理要求。</p> <p>2、本项目开发了氢气的纳米级微孔分散并与重整生成油混合的技术，首次采用了管式反应器进行重整生成油液相选择性加氢，脱除重整生成油中的烯烃，明显简化了重整生成油脱烯烃工艺，大幅度降低了投资和运行费用，已申请发明专利2件，国内外未见同类技术的报道，新颖性好创新性显著，具有自主知识产权和自由运作权。</p> <p>3、本项目开发的技术成功应用于中国石化长岭分公司70×10<sup>4</sup>吨/年连续重整装置的生成油脱烯烃工序。近一年的运行结果表明，工艺条件缓和，操作简便，运行平稳，进料重整生成油的溴价在2.5~3.5gBr/100g时，产品的溴指数稳定在40~80mgBr/100g,同时芳烃损失小，可完全取代原有的抽提原料加氢和白土吸附精制工艺。</p> <p>4、本项目开发的重整生成油液相选择性加氢新工艺节能降耗效果显著，消除了白土废渣的处理和排放，实现了生产过程清洁化，经济效益和社会效益显著。</p> <p>5、本项目经费按时拨付到位，使用合理。</p> <p>6、建议积极推广应用。</p>
鉴定委员会主任： 
副主任： 
2013年7月11日

## 应用业绩

公司名称	项目名称	项目进展
中石化长岭分公司	70 万吨/年重整脱烯烃	2012 年投产，平稳运行至今
盘锦浩业化工有限公司	100 万吨/年重整生成油 FITS 脱烯烃	2018 年 8 月 10 日投产，原料溴指数 3000~7000mgBr/100g，产品溴指数 50mgBr/100g
洛阳宏兴新能化工有限公司	60 万吨/年芳烃脱烯烃	正在实施
东营威联化学有限公司	200 万吨/年对二甲苯项目 1#100 万吨/年对二甲苯装置 118 万吨/年 C8+ 馏分脱烯烃	正在实施
山东恒源石油化工股份有限公司	100 万吨/年连续重整装置全馏分生成油	正在实施
中海油气(泰州)石化有限公司	100 万吨/年重整脱烯烃	正在实施
山东东方华龙工贸集团	120 万吨/年重整脱烯烃	正在实施
宁波中金石化有限公司	312 万吨/年重整脱烯烃	正在实施

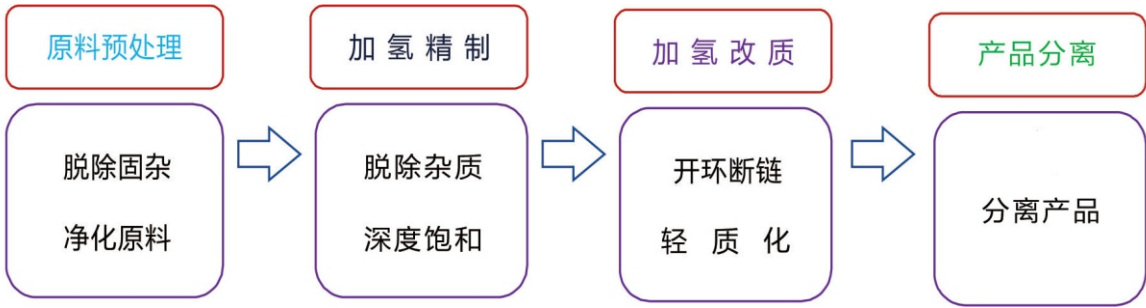
## 煤焦油加氢处理技术

### 技术背景

煤焦油加氢处理技术经过多套工艺装置验证，该工艺以加氢改质专用催化剂体系为核心，采用一系列成熟核心工艺组合，达到深度脱盐、脱金属、抑制结焦、控制反应热，理论上煤焦油馏分中可以加氢的组分均实现加氢改质，确保加氢装置的长周期运转。

煤焦油原料利用率可达95%以上，装置连续运转周期超过8000小时，可直接生产出硫氮含量达到国V或国VI标准的石脑油和低凝柴油调和组分产品。

### 工艺流程



### 工艺特点

- 1、原料利用率高，无水煤焦油原料利用率 $\geq 95\%$ ；
- 2、专门针对煤焦油原料特点研发的成套催化剂系列纳垢能力强、活性及选择性高、稳定性好，能够保证长周期运转下床层压降的平稳，而且具有非常优良的抗水能力，保证在长周期高水含量下催化剂稳定的加氢性能（煤焦油中含有大量的酚，加氢后会生成大量的水，对催化剂性能要求高）；
- 3、成熟的工业化技术，没有技术风险；
- 4、有延缓煤焦油加氢过程结焦的成套技术，装置连续运转周期长，可以保证8000小时以上；
- 5、加工过程环保，产品质量好，加氢后的轻质产品（石脑油、柴油馏分）均可达到国V或国VI标准；
- 6、技术经济性好。

### 技术保证

- ①煤焦油原料利用率 $\geq 92\%$ ；
  - ②加氢装置连续运转周期 $\geq 8000\text{h}$ ；
  - ③产品质量保证
- 石脑油产品：密度（ $20^{\circ}\text{C}$ ） $\leq 780\text{kg/m}^3$ ；总S、总N $\leq 10\text{ppm}$ ；芳潜 $\geq 60\%$ ；
- 柴油产品：密度（ $20^{\circ}\text{C}$ ） $\leq 850\text{kg/m}^3$ ；总S、总N $\leq 10\text{ppm}$ ；十六烷值 $\geq 45$ 。

### 工业应用

典型产品质量（干馏原料）

项 目	煤焦油原料	石脑油馏分	柴油馏分	裂化尾油
收率，%	/	38. 28	54. 62	2. 4
密度，( $20^{\circ}\text{C}$ ) $\text{kg/m}^3$	1013. 5	771. 1	848. 2	898. 4
总 N，ppm	6100	7	8	69
总 S，ppm	1500	2	5	$<0. 5$
HK/50%/90%	201/371/500	42/89/178	174/258/356	353/417/485
烷烃	10. 08	38. 08	24. 4	16. 9
烯烃	13. 6	0	/	/
环烷烃	2. 34	51. 27	48. 3	41. 0
芳烃	53. 35	9. 77	27. 3	37. 6
芳烃潜含量，%	/	60. 09	/	/
十六烷值	/	/	45. 5	/

\*预加氢温度 $240\text{--}260^{\circ}\text{C}$ 、主加氢温度 $360\text{--}370^{\circ}\text{C}$ 、氢油比1000:1、压力16.0MPa、空速 $0.6\text{h}^{-1}$

### 工业应用

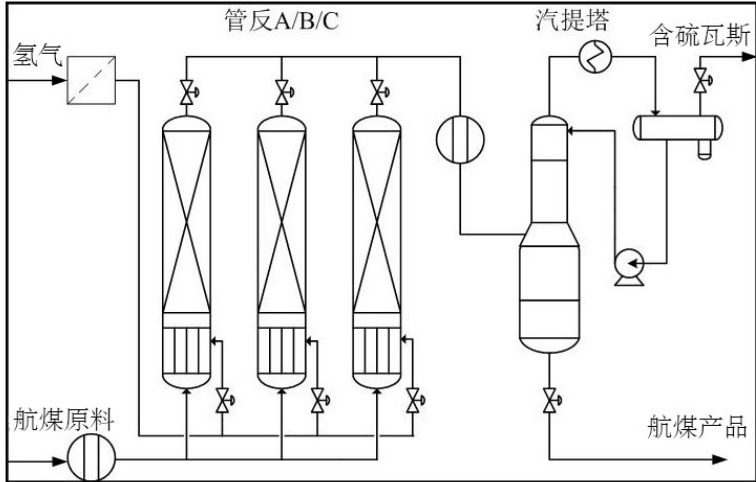
公司名称	项目名称	项目进展
甘肃宏汇能源化工有限公司	50 万吨/年煤焦油加氢精制	2018 年 6 月投产
宁夏宝利新能源有限公司	30 万吨/年煤焦油加氢	正在实施

# 航煤 FITS 加氢新工艺

## 技术背景

FITS新型油品加氢技术历经数年研发，于2012年6月成功在中石化长岭分公司航煤加氢装置完成中试，并通过了中石化科技部组织的鉴定，该技术首先在中石化长岭分公司和北海分公司工业应用。


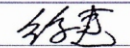
## 工艺简介



航煤FITS加氢工业装置流程示意图

FITS新型油品加氢技术在航煤中采用催化活性高、选择性好、性能优良的催化剂，将常一线馏分油加氢精制成为合格的3#喷气燃料油。

## 成果评定

鉴定意见
<div>1、提供的技术资料齐全，数据可信，符合评议和档案管理要求。</div> <div>2、本项目开发的航煤液相选择性加氢技术技术，采用了自主开发的氢气微孔分散和航煤混合技术，并集成了管式反应技术。国内外未见同类技术报道，新颖性和创新性显著，已申请发明专利1件。</div> <div>3、航煤液相选择性加氢新工艺工业侧线1000h的稳定性试验结果表明，具有良好脱硫醇和脱酸效果。在反应温度260℃、反应压力2.0MPa、反应空速10h、氢油体积比2:1的条件下，产品中硫醇性硫含量≤10μg/g，酸值≤0.010mgKOH/g，达到国家标准GB6537-2006的要求，经6个月存放后分析表明产品性质稳定。</div> <div>4、航煤加氢新工艺与液相循环加氢工艺相比，取消了循环油系统，工艺流程进一步简化，具有空速高、氢油比低等特点，反应器制造安方便，投资和运行费用可明显降低。</div> <div>5、建议尽快开展工业试验。</div> <div>鉴定委员会主任： </div> <div>副主任： </div> <div>2013年7月11日</div>

## 工业应用情况

北海分公司50万吨/年航煤FITS加氢工业装置数据

项目	原料	航煤产品	GB 6537-2006
密度, kg/m	794. 9	794. 0	775~830
总硫, μ g/g	1171	707	≧2000
硫醇, μ g/g	122	6. 0	≧20
酸值, mgKOH/g	0. 04	0. 001	≧0. 015
芳烃, v%	16. 6	16. 3	≧20
烯烃, v%	0. 7	0. 3	≧5

- ①装置操作条件：反应温度：260℃；反应压力：3.0MPa；体积空速：10.0h<sup>-1</sup>；氢油比5:1。
- ②航煤产品其他性质均符合GB6537-2006标准。

长岭分公司60万吨/年航煤FITS加氢工业装置数据

项目	原料	航煤产品	GB 6537-2006
密度, kg/m	799. 3	799. 0	775~830
总硫, μ g/g	512	230	≧2000
硫醇, μ g/g	41	6	≧20
酸值, mgKOH/g	0. 11	0. 01	≧0. 015
芳烃, v%	15. 8	15. 6	≧20
烯烃, v%	0. 7	0. 5	≧5

- ①装置操作条件：反应温度：260℃；反应压力：3.0MPa；体积空速：10.0h<sup>-1</sup>；氢油比3:1。
- ②航煤产品其他性质均符合GB 6537-2006标准。

## 应用业绩

公司名称	项目名称	项目进展
中石化长岭分公司	60 万吨/年航煤加氢	2014 年投产，平稳运行至今
中石化北海分公司	50 万吨/年航煤加氢	2014 年投产，平稳运行至今
中国石油青海油田格尔木炼油厂	15 万吨/年航煤加氢	2018 年 4 月底投产，产品满足国标
中国石油大庆炼化分公司	36 万吨/年航煤 FITS 加氢	正在实施



# 高含盐废水处理技术

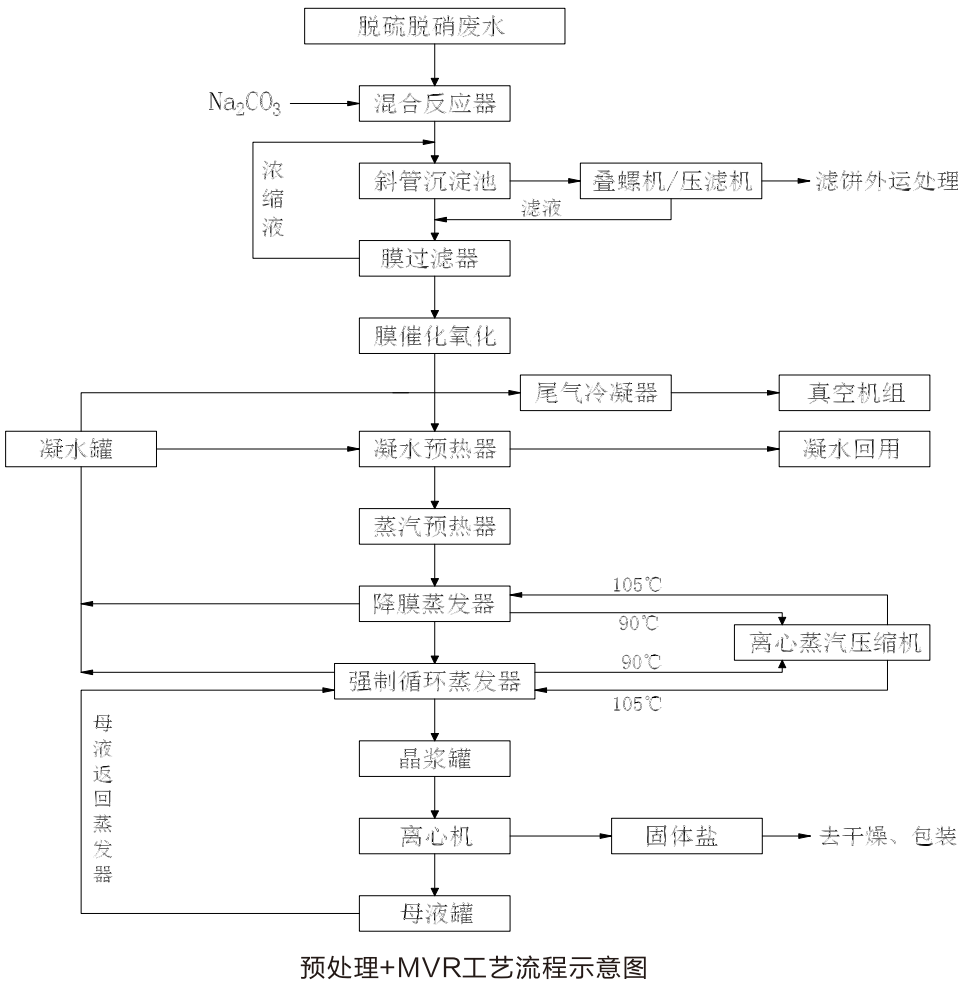
## 技术背景

目前有部分省份已经对废水TDS有指标要求，考虑到国家环保要求的趋势，急需对企业脱硫脱硝等高含盐废水进行彻底治理。

预处理+MVR技术由湖南中天元环境工程有限公司研发并提供。



## 工艺简介



预处理方式：除钙+沉淀+板框粗过滤+膜精过滤+催化氧化  
蒸发方式：降膜+强制循环

## 技术对比

目前针对脱硫脱硝高含盐废水处理方法主要有以下三种工艺路线：

- 1、预处理+双极膜电渗析；
- 2、预处理+多效蒸发结晶；
- 3、预处理+MVR。



	预处理+双极膜电渗析	预处理+多效蒸发结晶	预处理+MVR
工艺可靠性	可靠	可靠	可靠
投资	稍高	稍高	一般
运行费用	高	高	低
优劣势	回收烧碱可循环利用，产生稀硫酸	盐作为产品，没有其他副产物	盐作为产品，没有其他副产物

## 运行成本

（以中石化某公司280万吨/年催化裂化12吨/小时脱硫脱硝废水为例）

项目名称		吨水消耗量	单价	吨水费用（元）
预处理单元	碳酸钠	0.21kg	1.8 元/kg	0.38
	絮凝剂	0.1kg	2 元/kg	0.2
	助凝剂	0.005kg	16 元/kg	0.08
	耗电	5kW·h	0.65 元/kW·h	3.25
蒸发结晶单元	蒸汽	20kg	220 元/吨	4.4
	耗电	43kW·h	0.65 元/kW·h	27.95
合计				36.26

