



# MCT悬浮床加氢技术 在绿色能源领域的应用

李 林

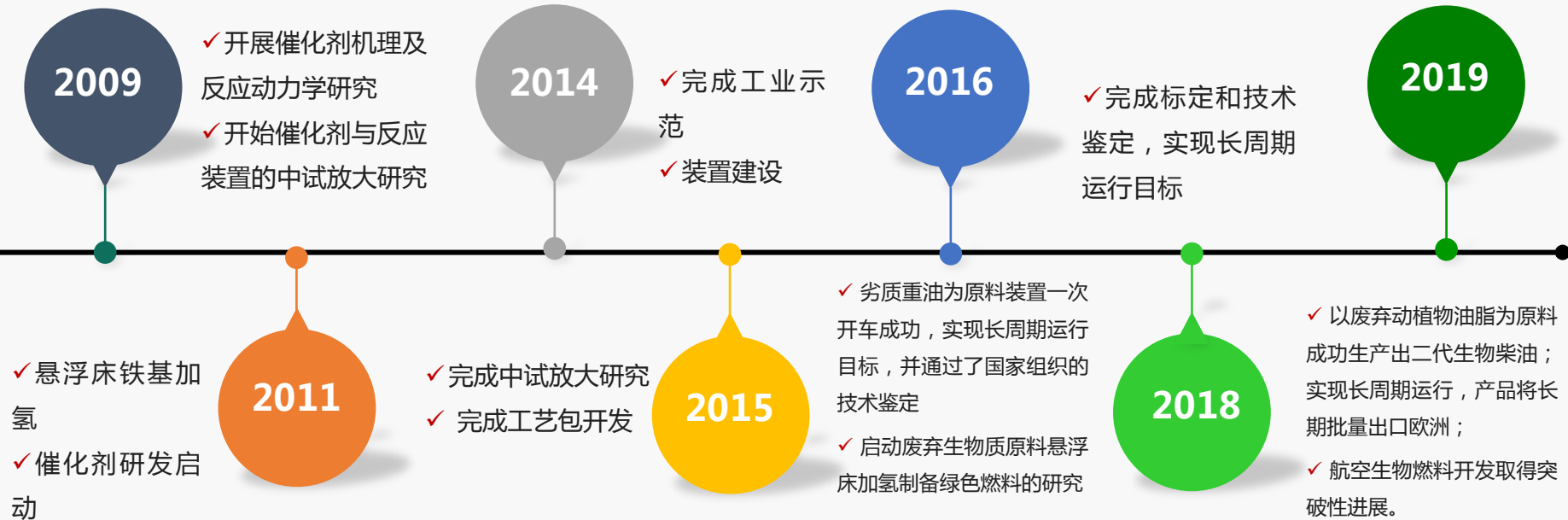


01

Contents

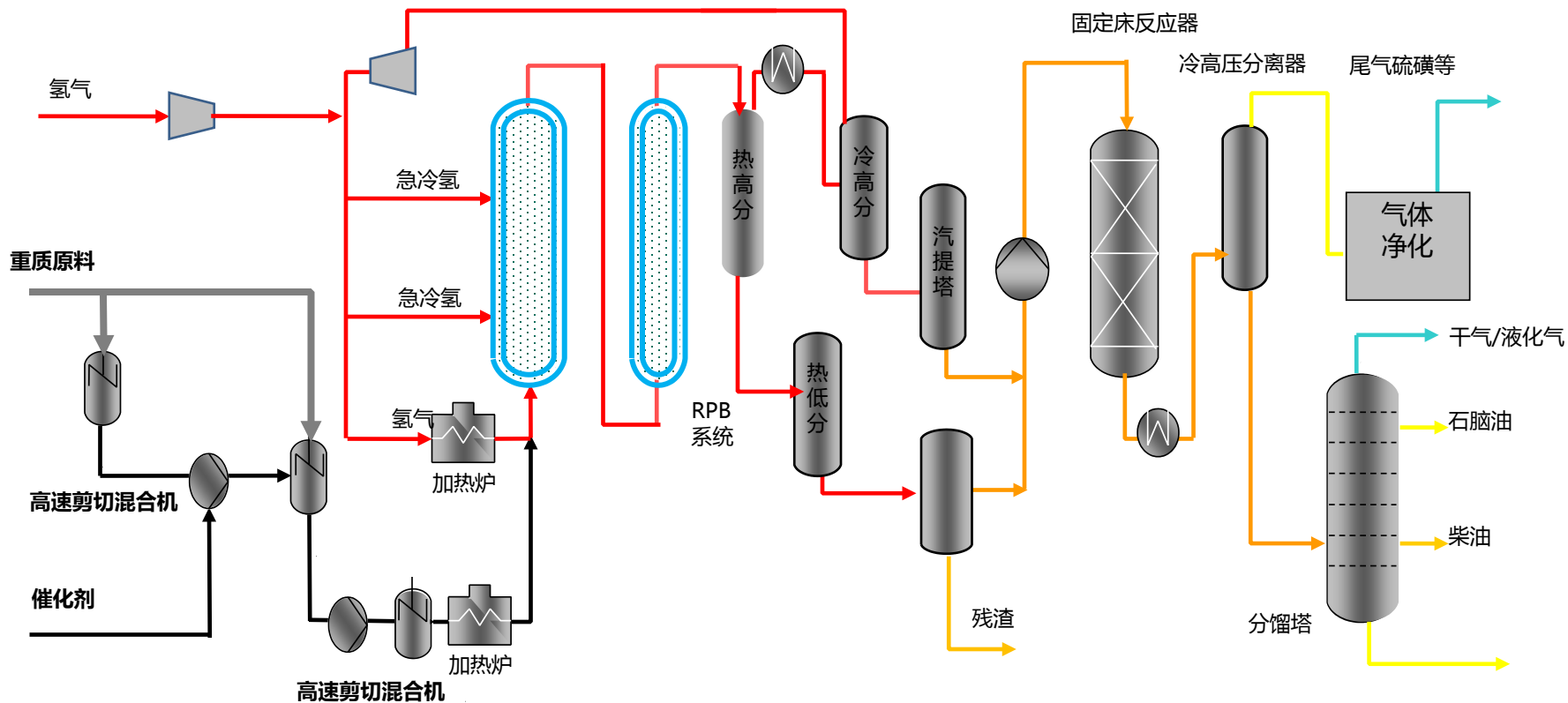
# MCT悬浮床加氢技术介绍

# MCT悬浮床加氢技术发展历程



**MCT先进平台技术，已发展成为全球最大的绿色化学品、绿色清洁能源产品的提供者，将成为世界上最优秀的碳减排与环保产品的引领者**

# MCT悬浮床加氢技术流程介绍



# MCT悬浮床加氢技术



河南鹤壁  
全球唯一一套  
经过长周期运行验证  
的悬浮床加氢  
示范装置

累计运行超过  
22000小时  
单次连续运行  
超过8000小时

# 克拉玛依高钙稠油原料性质



项目	单位	实测值
密度20℃	g/ml	0.9645
馏程		
初馏点	℃	285
10%	℃	400
50%	℃	470
67%	℃	485
终馏点	℃	
全馏量	v/v	
硫含量	mg/kg	1768
氮含量	mg/kg	2346

项目	单位	实测值
黏度(80℃)	%	5016 mPa.s
残炭	%	10.1
饱和烃	%	64.68
芳香烃	%	21.36
胶质	%	12.55
沥青质	%	1.41
Fe	mg/kg	14.7
Ni	mg/kg	12.4
<b>Ca</b>	<b>mg/kg</b>	<b>516</b>
V	mg/kg	0.2

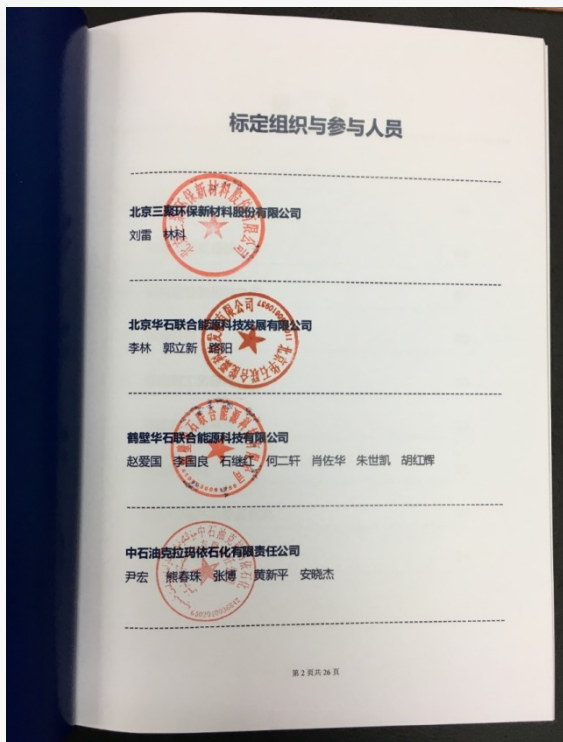
# MCT悬浮床加氢技术



2017年5月，成功加工了克拉玛依高钙稠油，并完成了标定。

克拉玛依高钙稠油  
标定结果

总转化率  
94.2%  
轻油收率  
89%





# 72小时标定克拉玛依渣油物料平衡

## 悬浮床+固定床总物料平衡

项目	物料名称	加工量, 吨	占比, %	备注
入方物料	常压渣油	455.84	90.59%	
	蜡油	27.33	5.43%	(固定床补硫)
	催化剂	5.55	1.10%	
	氢气	14.47	2.88%	
	累计	503.19	100.00%	
出方物料	干气	25.29	5.03%	(含酸性气体)
	液化气	21.43	4.26%	
	石脑油	96.37	19.15%	
	柴油	316.38	62.87%	
	外用蜡油	17.35	3.45%	
	残渣	26.37	5.24%	
	累计	503.19	100.00%	
	轻油收率		85.47%	

## 悬浮床物料平衡

项目	物料名称	加工量, 吨	占比, %	备注
入方物料	常压渣油	455.84	84.40%	
	配剂及冲洗油	71.27	13.20%	
	催化剂	5.55	1.00%	
	氢气	7.48	1.40%	
	累计	540.14	100.00%	
出方物料	干气	15.29	2.80%	(含酸性气体)
	液化气	7.29	1.35%	
	石脑油	55.06	10.15%	
	柴油	153.64	28.40%	
	蜡油	282.49	52.30%	
	残渣	26.37	4.90%	钙 12295PPm
	累计	540.14	100.00%	
	油收率		90.85%	



2017年5月，成功加工了荆门石化减压渣油和催化油浆，并完成了标定。

## 劣质重油 6 万吨/年 MCT 悬浮床加氢装置标定报告

项目承担单位：鹤壁华石联合能源科技有限公司  
标定委托单位：北京三聚环保新材料股份有限公司  
组织标定单位：中国石油和化学工业联合会  
现场标定日期：2018年5月31日—2018年6月3日

## 荆门石化 减压渣油+催化油浆 标定结果

总转化率

90.4%

轻油收率

88.3%

### 三、标定意见

根据现场运行情况的考察和标定数据的分析，专家组形成了如下标定意见：

#### （一）标定结果

##### 1. 技术指标

- （1）运行负荷率，97.5%；
  - （2）渣油转化率，90.4%；
  - （3）产品分布，汽提塔顶油 2.5%，汽提塔底油 64.7%，减压蜡油 21.1%；  
液体产品收率 88.3%；
- 根据产品馏程分析，产品中各馏分段收率为：汽油馏分（IBP-180）8.4%，柴油馏分（180-350）36.6%，蜡油馏分（350-530）44.7%；

# 加工荆门渣油标定数据

## 悬浮床物料平衡

项 目	物料名称	加工量, 吨	占比, %	备 注
入方物料	原料油	461.7	87.7%	
	配剂油	64.8	12.3%	
	总进料	526.5	100.0%	
	催化剂	7.8	1.5%	
	氢 气	9.4	1.8%	
	累 计	543.7	103.3%	
出方物料	汽提塔顶油	13.1	2.5%	
	汽提塔底油	340.5	64.7%	
	减一蜡油	58.7	11.1%	
	减二蜡油	52.4	10.0%	
	减底油	38.8	7.4%	
	残 渣	9.1	1.7%	
	炼厂气+损失	24.6	5.9%	

液体产品收率**88.3%** ;

渣油转化率达到**90.4%** ;

脱金属率**99.8%** ;

脱硫率**79.5%** ;

# MCT悬浮床加氢技术



## 2018年6月通过中国石油和化学工业联合会鉴定：

该成果创新性强，主要技术指标处于国际领先水平，对于推动我国劣质重油加工的技术进步具有重要意义，并建议进一步加快产业化应用。

### 国内首套悬浮床加氢工业装置平稳运行 500 天 中国重油加工技术跃居国际领先水平

■本报记者 向志强

6月25日,北京三聚环保新材料股份有限公司(下称“三聚环保”)自主研发的劣质重油悬浮床加氢(MCT)成型工业技术成果通过了专家鉴定,该核心技术在国内企业在该领域取得重大突破,为三聚环保MCT重油加工成型技术装备大规模推广应用打下基础。

#### 破解世界重油加工难题

目前传统重油厂采用固定床加氢装置,催化裂化或者延迟焦化工艺加工重质原油及其渣油,不仅加工流程长,成本高,而且汽油和柴油收率低。悬浮床加氢技术可管束系统连续进料,进行连续性工业



化公司就悬浮床加氢项目与中国石油、中石化、中海油、中国中化等大型央企开展了多轮合作洽谈,促进MCT悬浮床加氢成型技术与石化工业的合作。

李林告诉记者,该与中国石油的合作为,如果全面采用三聚环保的MCT悬浮床加氢成型技术加工中石油每年的5000万吨重油,可多产成品油1500万吨,地产生综合收益超过500亿元,当然,这对中石油来说是一个非寻常的“挑战”。

我国石油资源短缺,2017年原油进口量5.68亿吨,其中进口量4.2亿吨,对外依存度达到68.4%。与此同时,我国炼油工业整体水平与世界先进水平相比还存在一定差距,在技术上缺乏国际竞争力。MCT悬浮床加氢工业成型装置的开车成功,为改

### 资讯 我国陆上最深 天然气井投产

本报讯 中石油塔里木油田日前宣布消息,我国陆上首口井深超过4000米的天然气井——克深902井近日正式投产,日产气量达40万立方米,为西气东输增供了新气源。

位于新疆拜城县境内的克深902井,完钻井深达8038米,深度接近一厘米级的四厘米的精度,该井的投产对塔里木油田300亿立方米天然气建设和保障我国能源安全意义重大。位于塔里木盆地的塔里木油田,被认为是世界油气勘探难度最大区域之一,新疆塔里木油田天然气开发部气藏工程部主任王新年介绍,克深902井所处的克深气田具有超深、超高温、超高压和超高压应力场特征,属于世界罕见的超韧性致密砂岩气藏,开发难度极大。(解和达蒙)

### 全球首艘改装FLNG船

成果	登记号	H2018127
登记	批准日期	2018.6.21

## 科学技术成果鉴定证书

中石化联鉴字 [2018] 第 127 号

成果名称：劣质重油 MCT 悬浮床加氢技术  
完成单位：北京三聚环保新材料股份有限公司  
北京华石联合能源科技发展有限公司  
福州大学  
武汉金中石化工程有限公司  
鹤壁华石联合能源科技有限公司

鉴定形式：会议鉴定  
组织鉴定单位：中国石油和化学工业联合会  
鉴定日期：2018年6月21日  
鉴定批准日期：2018年6月21日

中国石油和化学工业联合会

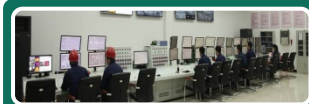
# 工业实践表明



(1) 催化剂的成熟性



(2) 工艺系统及关键设备的可靠性



(3) 开停工、事故处理等操作技术的成熟性



(4) 对重劣质原料具有广泛的适应性



(5) 实现长周期连续平稳运行



02

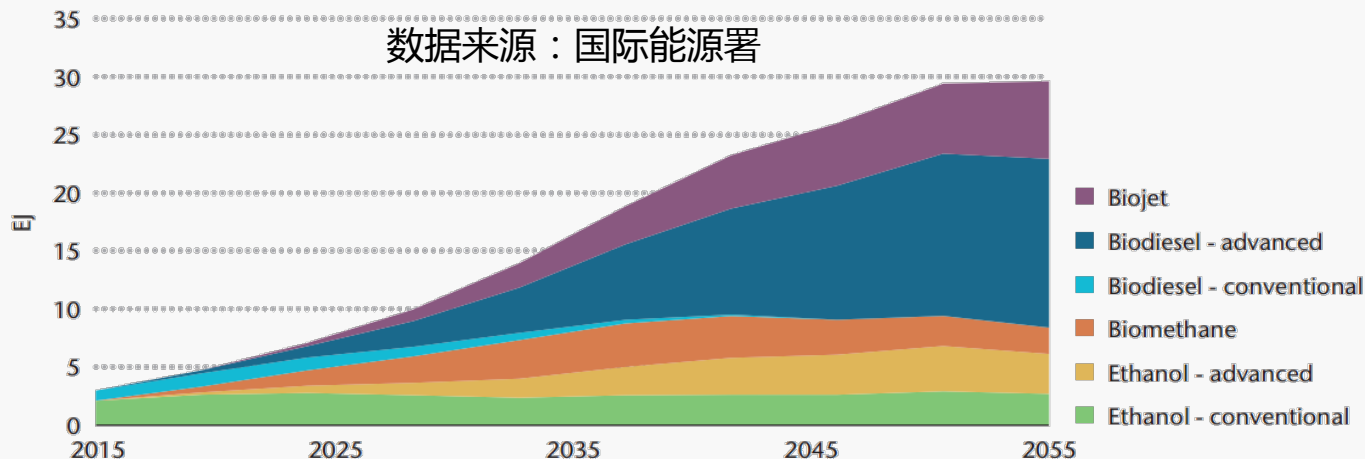
Contents

# 生物能源技术及市场展望

## MCT悬浮床平台技术 Mixed Cracking Treatment



# 为实现《巴黎协定》的全球生物燃料需求预测



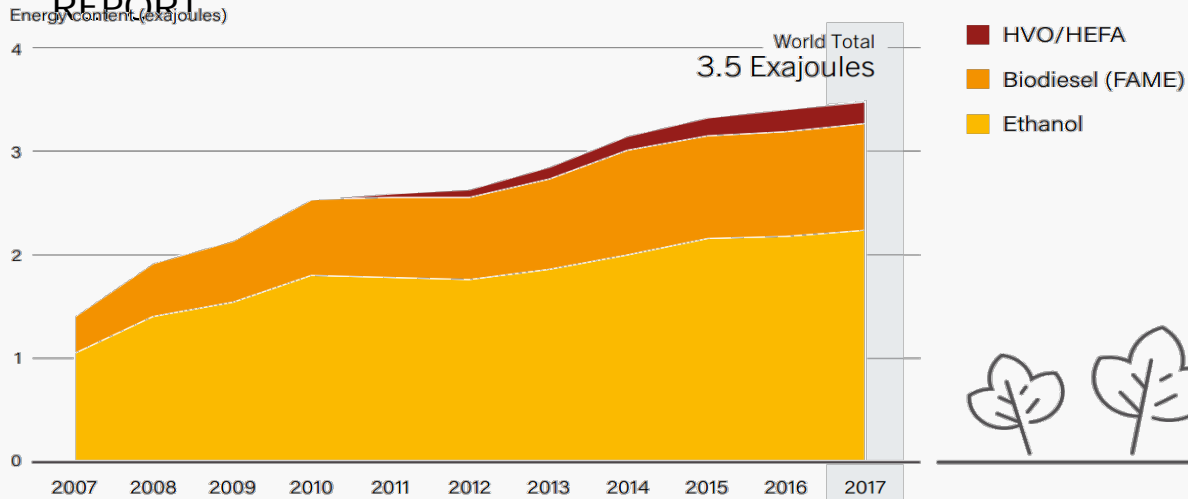
Notes: Conventional biodiesel refers to crop-based FAME biodiesel; advanced biodiesel refers to a range of advanced biofuels suitable for use in the diesel pool.

- 常规生物柴油（基于农作物的一代生物柴油）将逐渐缩减并最终淘汰
- 先进生物柴油和生物航煤将会是需求增长最快的领域，会占据未来生物燃料需求的主要部分，最终会超过三分之二
- 2030年先进生物柴油的全年需求将超过**5000万吨**，生物航煤的需求超过**2500万吨**，即便如此，占全部交通运输能源消耗的比例也不到5%



# 全球生物燃料产量

数据来源：REN21: RENEWABLES 2018 GLOBAL STATUS REPORT



Source: See endnote 56 for this section.



Note: HVO = hydrotreated vegetable oil;  
HEFA = hydrotreated esters and fatty acids;  
FAME = fatty acid methyl esters

2017年，生物燃料总产量0.84亿吨标油，约占交通运输总能耗的3%

2017年，全球二代生物柴油产量约为**500万吨**

2018年，全球生物航煤产量约**1.5万吨**（国际能源署估计）

# 生物燃料的支持政策 – 美国

《能源独立和安全法案》（ Energy Independence and Security Act , EISA )  
《可再生燃料标准》（ Renewable Fuel Standard , RFS2 )

2022年可再生燃料的使用目标为每年360亿加仑当量乙醇（约相当于6500万吨汽油），其中至少有210亿加仑（约相当于3800万吨汽油）来自于先进生物燃料

《能源独立和安全法案》制定了每年各种生物燃料期望达到的目标，同时授权美国环境保护署根据市场供给情况制定和调整每年的实际配额

**美国环境保护署要求每个有义务的调和商（包括炼厂）每年必须销售规定配额数量的生物燃料，或者在交易市场购买相应配额。**

# 生物燃料的支持政策 – 欧盟

《可再生能源指令 2009/28/EC》（Renewable Energy Directive, RED）  
《可再生能源指令2018/2001/EU》（RED II）

要求欧盟成员国到2030年，**可再生能源占交通运输总能耗的比例至少达到14%**

基于农业作物的生物燃料不得来自于高生物多样性土地（包括主要森林、生态或自然保护区、高生物多样性草原）、高碳存储土地（湿地、连续森林等）和泥炭地。

每个成员国计算常规生物燃料（来自于粮食和饲料作物）的份额上限不能超过2020年的比例（有1%的调节范围），并且最高不得超过7%



03

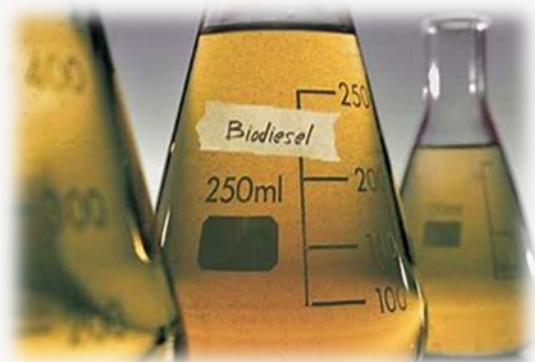
Contents

# MCT技术在生物燃料 领域的应用

# 一代和二代生物柴油的区别

## 一代生物柴油 (FAME)

生产工艺： 甲醇酯交换  
主要成分： 脂肪酸甲酯  
十六烷值： 50 ~ 60  
含氧量： 9 ~ 12%wt  
低热值： ~ 37 MJ/KG  
掺混比例限制： 欧盟 ≤ 7%， 中国 ≤ 5%



## 二代生物柴油 (HVO)

生产工艺： 加氢脱氧/异构  
主要成分： 烷烃  
十六烷值： 80 ~ 99  
含氧量： 几乎不含氧  
低热值： ~ 44 MJ/KG  
掺混比例限制： 任意比例



# 三聚环保生物燃料生产技术

## 催化剂

包括悬浮床和异构化催化剂  
已经完成催化剂的研发和制造  
低成本、高转化率、防结焦

## 工程化技术

依托**悬浮床技术**  
反应条件更为温和  
可处理高杂质和固体原料

已在全球范围内累计申请超过100项专利，形成完整的知识产权保护体系

# 鹤壁示范装置生产生物燃料的情况

7月初：开始在线切换生物质原料，  
并逐步置换装置内原有重油

7月中旬：生产出首批合格的二代生  
物柴油

8月底：与贡渥集团签订的首批将近  
5000吨产品在连云港装船发往欧洲

目前装置平稳运行，计划长周期生产  
二代生物柴油。





# 悬浮床工艺的优越性

棕榈酸化油进厂全分析项目

分析项目	分析结果	委托负责单位
密度	0.905g/cm <sup>3</sup>	华石化验室
水分及易挥发物	0.57%	华石化验室
机杂	0.05%	华石化验室
碘值	45	华石化验室
不可皂化物含量	1.6%	华石化验室
总氯	7.27ppm	华石化验室
铜腐	1b	华石化验室
硫含量	33.5ppm	华石化验室
氮含量	129.2ppm	华石化验室
碘值	40.3	研发中心
酸值	79.77mgKOH/g	研发中心
元素分析 (CHONS)	O: 11.86%	研发中心

7月3日6时至7月10日6时总物料平衡

进出料	物料名称	单位	数量	收率, %
原料	棕榈酸化油	吨	1072.44	100
	氢气	吨	41.86	3.90
产品	生物柴油	吨	919.87	85.77
	干气	吨	34.7	3.24
	污水	吨	117.87	10.99

# 鹤壁示范装置生产的生物燃料指标

TUV NORD



## Certificate

according to the  
**Renewable Energy Directive (RED)**  
(Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources amended through Directive (EU) 2015/1513)

Certificate Number: EU-ISCC-Cert- DE129-35247507

TUV NORD CERT GmbH  
Langemarckstraße 20, 45141 Essen, Germany  
certifies that  
Hebi Hua Shi United Energy Technology Co., Ltd  
Moushan Road, Shancheng district,  
458000 Hebi City, Henan Province  
China

complies with the requirements of the RED and the certification system  
ISCC EU  
(International Sustainability and Carbon Certification)  
which is approved by the European Commission.

Place of the audit  
(if different from the legal address of the system user as stated above; only applicable for paper traders):  
Same as above

This certificate is valid from 11.06.2019 to 10.06.2020.

The site of the system user is certified as:

Collecting Point  
HVO plant

Essen, 11.06.2019  
Place and date of issue



Stamp, Signature of issuing party

The issuing Certification Body is responsible for the accuracy of this document.  
Version / Date: 1 (no adjustments) / 11.06.2019

Page 1 of 2



8月28日，首月生产的  
5000吨生物柴油从连云港  
运往欧洲鹿特丹港。



第三方仕宝技术检测有限公司出具了油品质量检测  
报告，报告显示**全部指标符合要求**

## Certificate of Analysis

Report number : 17901/1908046  
Main Object : Shore tank 203  
Report Date : 2019-8-27  
Date of issue : 2019-8-27  
Sample object : Shore tank 203  
Sample type : Saybolt surveyor take the sample  
Sample submitted as : HVO  
Marked : The result based on Shore tank 203 composite sample before loading

Date of sampling : 2019-8-23  
Place of sampling : Lianyungang, China  
Date received : 2019-8-27  
Date completed : 2019-8-27  
Sample number : 1908046-01

NAME	METHOD	UNIT	Specification		RESULT
			Min.	Max.	
Cetane Number	ISO1565:1998		65		89
Density at +15 °C	ISO12185:1996	kg/m <sup>3</sup>	765	800	783.3
Flash point(A)	ISO2719:2016	°C	100.00		124
Viscosity at +40 °C	ISO3104:1996	mm <sup>2</sup> /s	2	4.5	3.254
Distillation	ISO3405:2011				
Distillation 95%		°C		360	320.4
Recovered at 250°C		% (V/V)		65	0.6
Lubricity HFRR at +60 °C	ISO12156-1:2016	µm		460	580
FAME-content	EN14078:2014	% (V/V)		7	<0.05
Manganese	ASTM D3831-12	MG/L		2	<1
Total aromatics	IP391/07	% (m/m)		10	<1.0
Sulfur	ISO20846:2011	mg/kg		10	<1
Carbon residue on 10% distillation	ISO10370:2014	% (m/m)		0.3	0.01
Ash	ISO6245:2002	% (m/m)		0.1	0.01
Water Content	ISO12937:2000	mg/kg		200	30
Oxidation stability	ISO12205:1996	g/m <sup>3</sup>		25	<1
Copper corrosion	ISO2160:1998			1a	1a
Total contamination	ISO12662:2014	mg/kg		24	<5
Cloud point	ASTM D2500-17	°C		25	20

十六烷值

闪点

脂肪酸甲酯



04

Contents

航空生物燃料技术展望

# 生物燃料的支持政策 – 生物航煤

执行计划：2016年10月，国际民航组织（ICAO）第39届大会通过了**国际航空碳抵消和减排计划**（Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA），形成了第一个全球性行业减排市场机制。

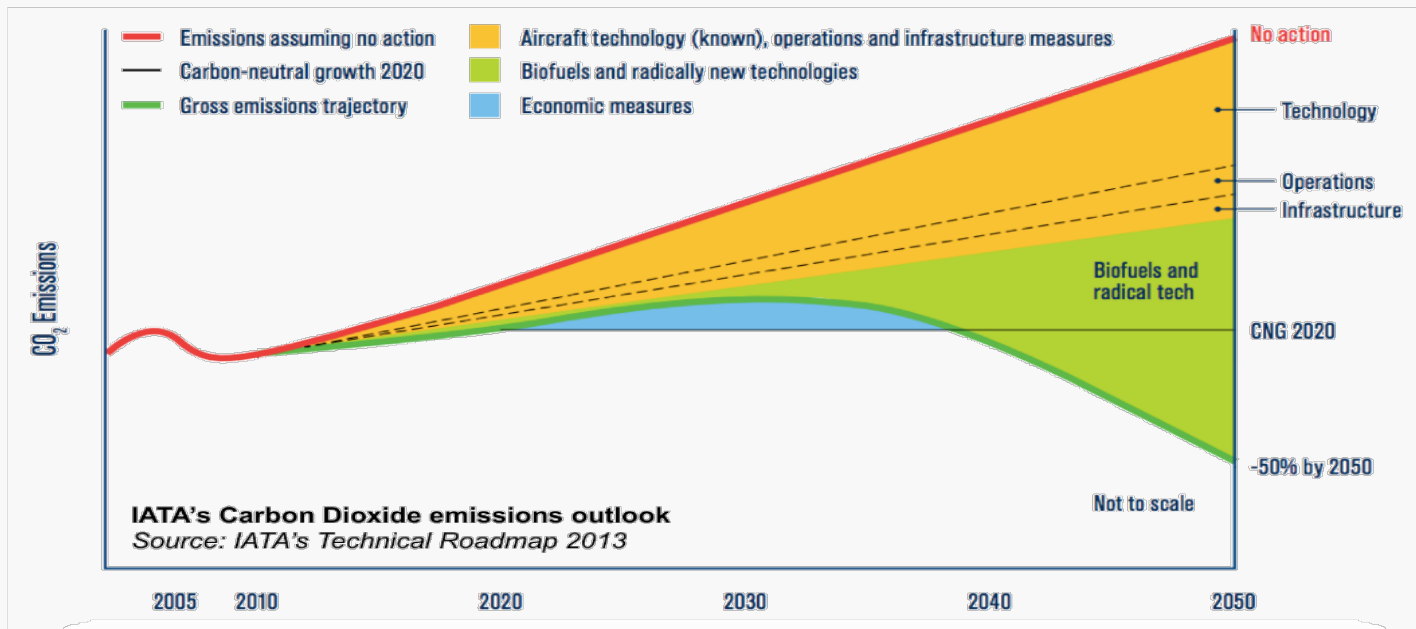
2019-2020：所有重要规模的航空公司记录国际航班碳排放量，建立全球排放基准

2021-2026：自愿原则，自愿参与的航空公司需**抵消任何超过排放基准的碳增长**

2027-2035：强制执行，ICAO主要成员国的航空公司将强制执行这一规定，超额的碳排放可以通过欧盟排放交易市场（EU Emission Trading System）购买指标实现抵消

# 生物燃料的支持政策 – 生物航煤

国际航空运输协会碳减排执行展望



生物航空燃料将在整个航空业的碳减排中起到重要作用，约占碳减排总量的**50%**

# 可持续航空生物燃料技术与应用现状



## ➤ 国内外市场潜力巨大，应用前景良好

订货方	供应商	技术路线	年供应量/t	供应年限/y	交付日	合同签订日
美联航 ( United Airlines )	Altair	HEFA	17000	3	2016	2013
	Fulcrum	市政垃圾 ( FT )	270000	10	2019	2015
国泰航空 ( Cathay Pacific )	Fulcrum	FT	100000	10	2019	2014
美国西南航空公司/联邦快递公司 ( FedEx/Southwest )	Red Rock		10000	8	2017	2014
美国捷蓝航空 ( JetBlue )	SG Preston	HEFA	100000	10	2019	2016
澳洲航空公司 ( Qantas )	SG Preston	HEFA	80000	10	2020	2017
挪威奥斯陆机场 ( Oslo Airport )	Neste/Altair	HEFA	250	1	2016	2016
布里斯班机场 ( Brisbane Airport )	GEVO	ATJ	80	2	2018	2017
多伦多皮尔逊国际机场 ( Toronto Pearson International Airport )	Altair	HEFA	200	1	2017	2016

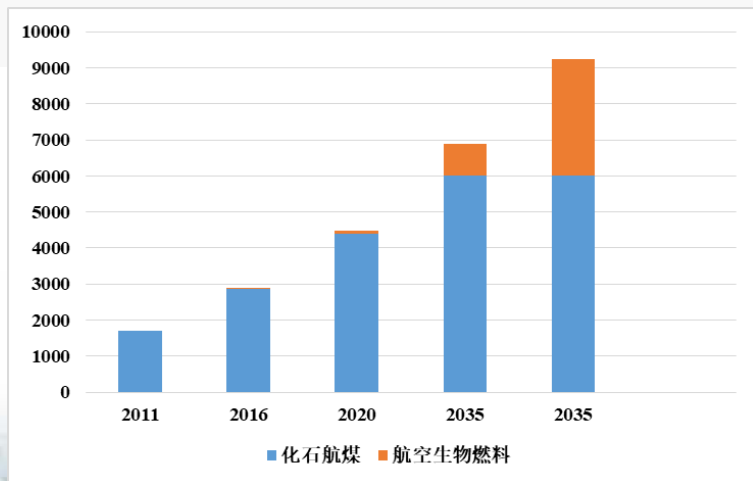
数据来源：International Civil Aviation Organization. ICAO global framework for aviation alternative fuels: aviation live feed-alternative fuels[EB/OL].[2018-11-26]. <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/default.aspx>

# 可持续航空生物燃料技术与应用现状

## 中国航空燃料市场需求预测

### 2021—2035年中国航空生物燃料市场规模预测

2016中航油为国内外航班加注航煤*/10 <sup>4</sup> t	2853
2017年中航油为国内外航班加注航煤*/10 <sup>4</sup> t	3188 ( 11.74% )
2018年航煤表观消费量/10 <sup>4</sup> t	3750 ( 17.63% )
2019年航煤表观消费量估值/10 <sup>4</sup> t	4400 ( 17.3% )
2021—2035年国际航线耗油量占比/%	40-50
2021年航空生物燃料添加量2%预测**/10 <sup>4</sup> t	<b>88</b>
2035年航空生物燃料添加10%、40%预测**/10 <sup>4</sup> t	<b>880、3520</b>



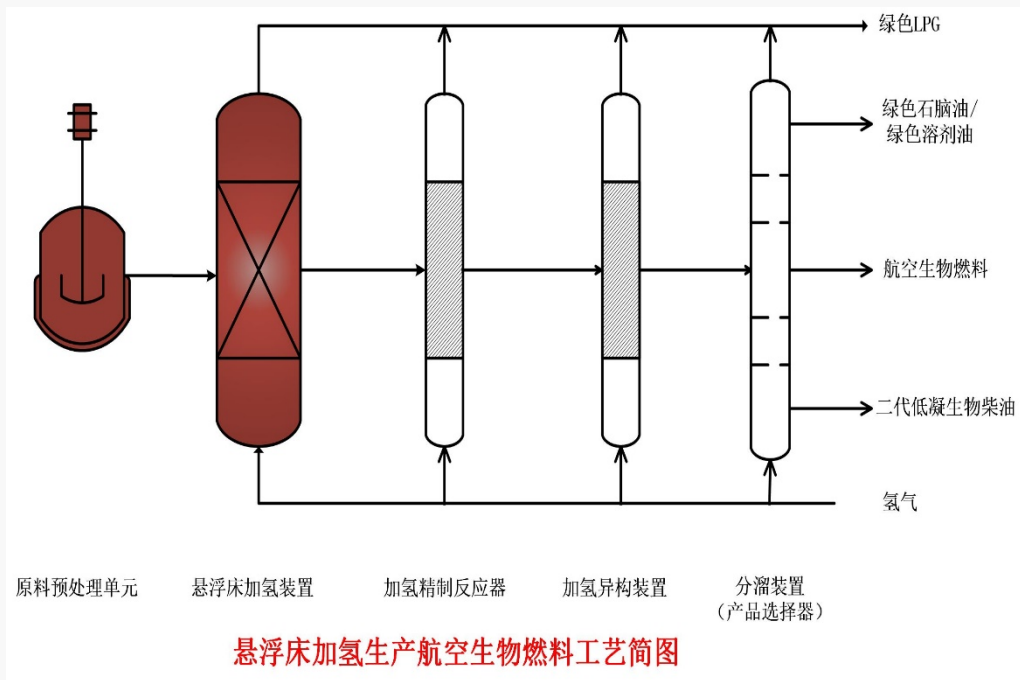
注\*：数据来自中国航油2016年和2017年社会责任报告；\*\*按2019年航煤消费量4400万吨计

**国际航空运输协会 ( IATA ) 预测，到2035年航空生物燃料占航空燃料总量的40%**



# MCT应用于加工生物航煤

## ➤ MCT悬浮床加氢生产可持续航空生物燃料技术



原料：漭水油、地沟油、酸化油、木焦油、废橡胶油、脂肪酸...

# 三聚环保MCT加氢生产航空生物燃料技术

## 航空生物燃料产品主要分析数据

项目	分析结果	ASTM D7566-19 标准要求
酸值, mgKOH/g	0.012	< 0.015
密度 ( 15℃ ), kg/m <sup>3</sup>	769.0	730-770
闪点, °C	60.0	> 38
冰点, °C	-45	< -40
终馏点, °C	283.6	< 300
总芳烃, % ( m/m )	0.4	< 0.5
环烷烃, % ( m/m )	6.7	< 15
碳+氢, % ( m/m )	99.88	> 99.5
硫, mg/kg	< 1	< 15
氮, mg/kg	< 1	< 1
磷, mg/kg	< 0.1	< 0.1
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, 等21种微量金属, mg/kg	均 < 0.1	均 < 0.1
实际胶质含量, mg/100ml	< 1	< 7

委托国际公认的检验、鉴定、测试和认证机构“通标标准技术服务有限公司 ( SGS ) ”对油品质量进行了检测。结果表明，各项分析结果均符合ASTM D7566-19标准的指标要求。



# 三聚环保生物燃料发展规划

- ✓ 鹤壁示范装置：下一步计划氢化改质后生产低凝点二代生物柴油和生物航煤。原料完全来自于废弃生物质原料油，十六烷值高，氧含量低、质量热值高、可与石油基柴油任意比例掺混。
- ✓ 加快工业生产示范装置建设，力争在2021年前建成商业化生产装置，总产能达到100万吨/年左右，实现生物能源新技术的大规模产业化。
- ✓ 实现长周期稳定运行，并需要进一步加快新技术开发和储备。
- ✓ 与上下游各方广泛开展交流与合作，建立完善“原料—炼制—运输—加注—使用”的完整产业链，增强行业国际竞争力，实现可持续发展





天蓝 水清 地沃 人善

谢谢！