



中国炼油工业发展趋势 及差异化炼厂建设探讨

蔡烈奎

2019年9月

1 炼油工业现状与发展趋势

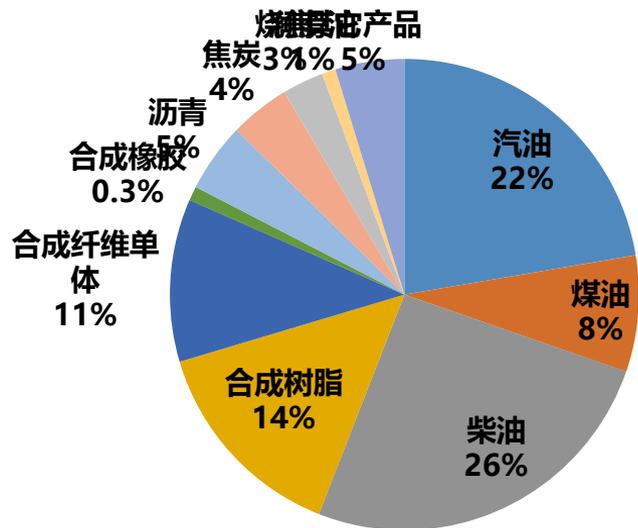


总体状况

炼油能力：炼油企业240家左右，炼化一体化企业19家，形成七大基地；

原油加工能力：2018年全年8.3亿吨/年，开工率约73%，实际加工6.06亿吨；2019年上半年加工3.17亿吨。

原油进口：2017年进口4.2亿吨，2018年进口4.5亿吨左右，2019年上半年进口2.3亿吨左右。



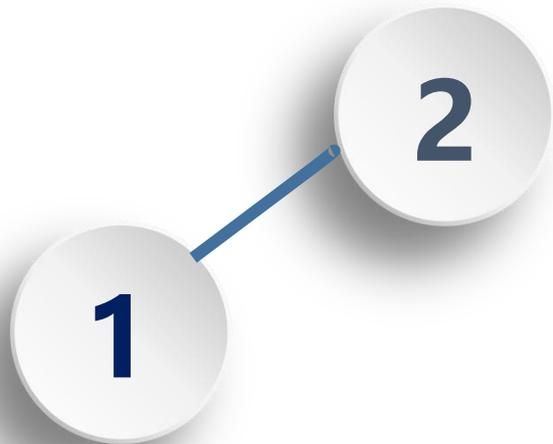
1

炼油能力持续增长
结构性过剩较为突出

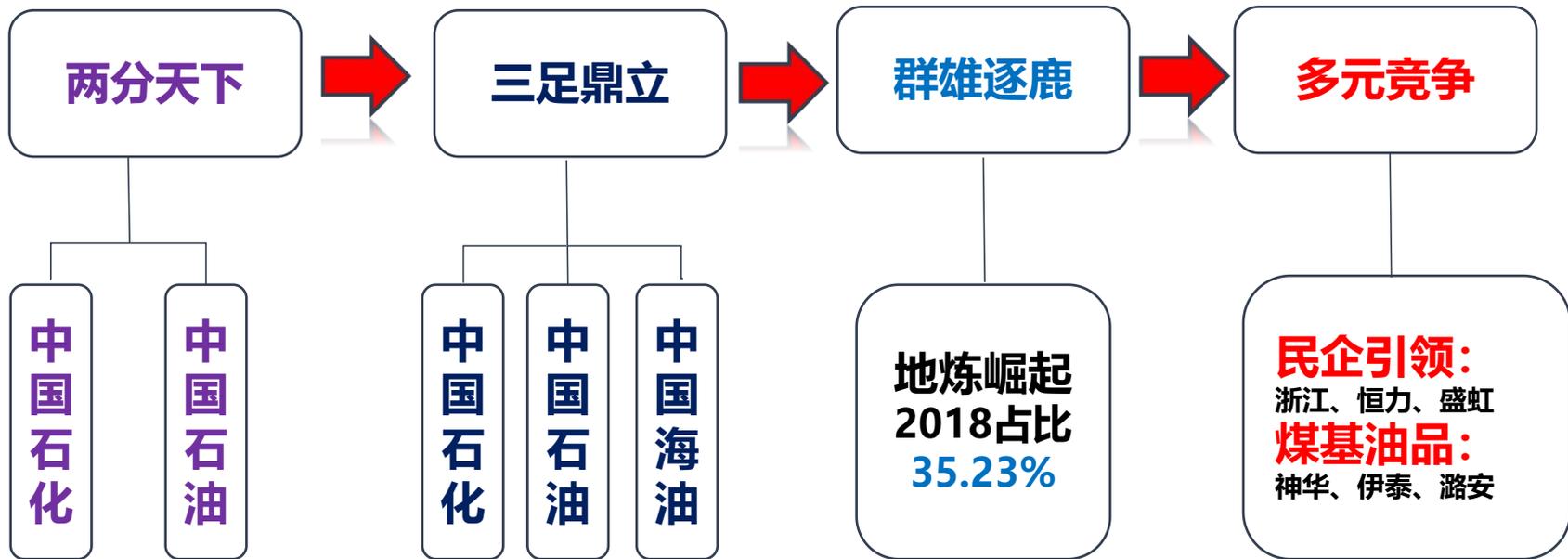
2018年我国新增炼油能力**2225万吨**，炼厂平均规模412万吨/年（世界炼厂平均规模759万吨/年），19家炼化一体化企业合计产能2.3亿吨/年，其余**燃料型炼厂合计能力6.0亿吨/年**。

- 技术指标和装置水平参差不齐（单位能量因素能耗8.5kgeto/及以下炼厂15家，仅占总能力21%）；
- 综合规模、产品质量、能耗、一体化水平，**过剩0.8亿吨/年**以上；
- 汽柴油消费量为3.65亿吨/年左右，**柴汽比逐年下降趋势明显**：2005年为2.27:1，2018年为1.27:1，**2019年上半年1.15**。

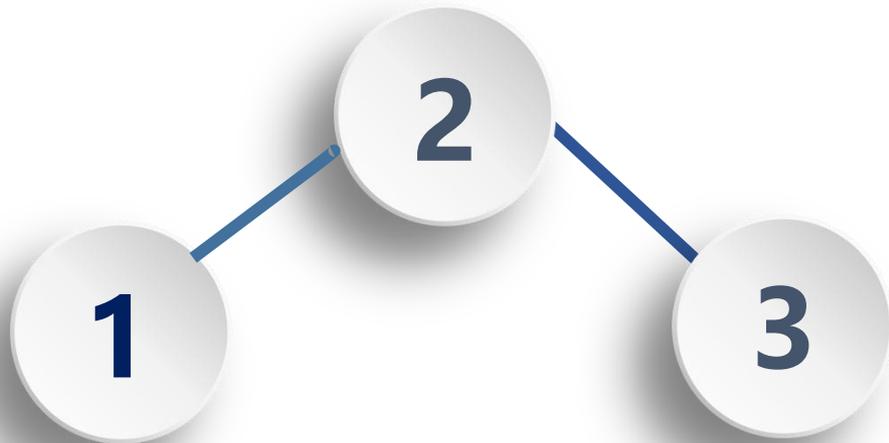
经营主体多元化的格
局正在形成和发展



炼油能力持续增长
结构性过剩较为突出



经营主体多元化的格局正在形成和发展



1
炼油能力持续增长
结构性过剩较为突出

2
应对经营环境变化
炼厂转型升级加快

3

➤ 环保压力加大，产品质量升级加快

2018年--“环保风暴年”

“2+26”城市率先执行国VI汽、柴油标准；
中国石化“碧水蓝天”环保计划3年投入**229亿元**
中国石油3年累计环保投入**310亿元**。

➤ 规范经营，开展重大专项整治

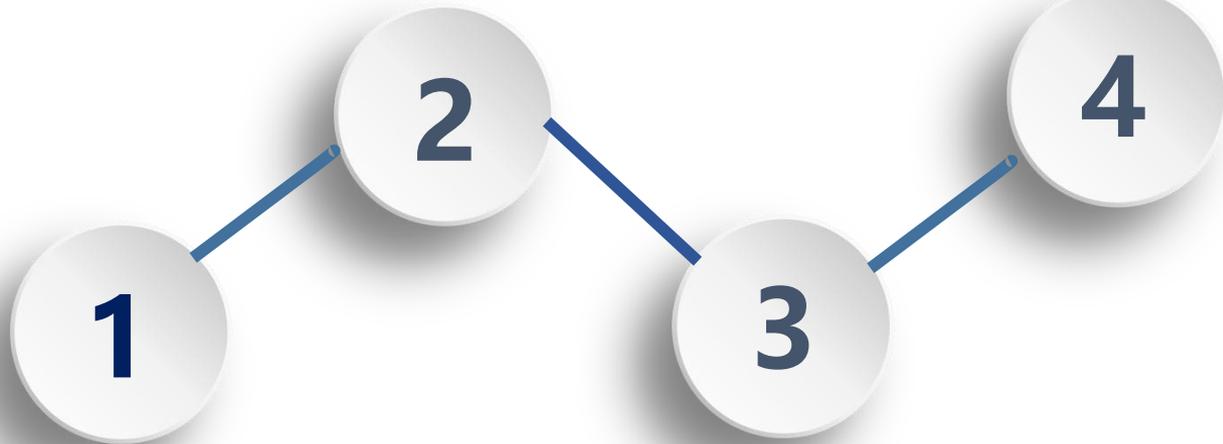
擅自建设炼油装置、未完成油品质量升级、安全环保未达标。

➤ 成品油市场监管力度加大

成品油消费税、增值税新政。

经营主体多元化的格局正在形成和发展

国际产能合作方兴未艾



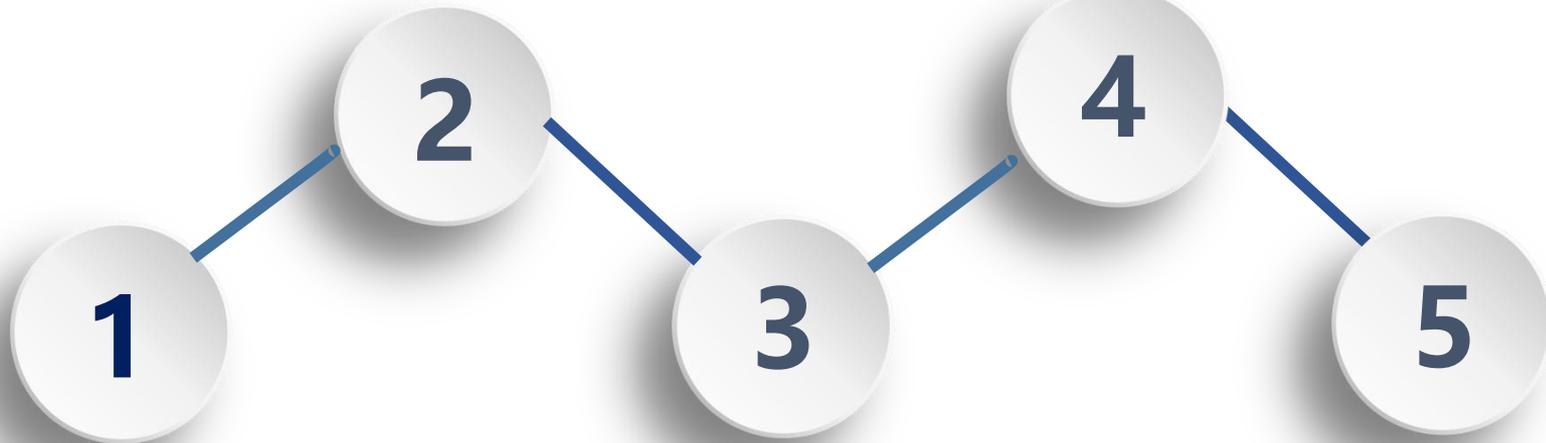
炼油能力持续增长
结构性过剩较为突出

应对经营环境变化
炼厂转型升级加快

地区	省份	参与方
亚洲	浙江恒逸石化 中国石化 恒源石化	恒逸（文莱）800万吨炼化一体化项目，总投资34.5亿美元，后续1400万吨/年项目。 马来西亚炼化一体化渣油加氢项目 恒源石化马来西亚炼厂欧IV升级改造项目
中东	中国石化	参与科威特阿祖尔世界级大炼油厂项目建设，项目合计金额42亿美元
中亚和俄罗斯	中国石油 中国石油 中国石化 中国化学工程	完成哈萨克斯坦齐姆肯特炼油厂现代化升级改造一期工程 俄罗斯阿穆尔-黑河边境油品储运与炼化综合体项目建设 27亿美元取得哈萨克斯坦阿特劳炼油厂芳烃装置和石油深加工联合装置建设合同 俄罗斯阿菲卡普加氢裂化装置项目，合同金额10.99亿欧元
非洲	中国石油	阿尔及利亚阿尔及尔炼厂5.6亿美元改扩建项目
其他及意向项目	中国石油 中国石化 中国石化	参与巴西里约热内卢建设炼油联合体项目 参与印尼国油公司的炼油项目 与沙特基础工业签署战略合作协议，将进一步开展石油化工领域的合作

经营主体多元化的格局正在形成和发展

国际产能合作方兴未艾



炼油能力持续增长
结构性过剩较为突出

应对经营环境变化
炼厂转型升级加快

替代能源占比提升

- ✓ **天然气**
进口LNG、新发现、页岩气;
- ✓ **煤制油**
神华、伊泰、潞安等;
- ✓ **车用乙醇汽油**
11省试点增加为26省市;
- ✓ **新能源汽车**
2018年保有量280万辆 (替代200万吨)。

时间	天然气 (亿立方米)	燃料甲 醇 (万吨)	生物柴 油 (万吨)	煤制油 (万吨)	燃料乙 醇 (万吨)	电动汽车 (万辆)	合计 (万吨)
2015 (实物量)	248	650	300	132	200	45	-
2015 (替代量)	2020 (万吨)	292.5	300	132	120	36 (万吨)	2900.5
2016 (实物量)	268	700	200	150	200	90	-
2016 (替代量)	2183 (万吨)	315	200	150	120	75 (万吨)	3043
2017 (实物量)	292	700	200	450	280	150	
2017 (替代量)	2377 (万吨)	315	200	450	168	120 (万吨)	3630
2018 (实物量)	316	770	200	500	330	280	
2018 (替代量)	2572 (万吨)	340	200	500	198	200 (万吨)	4010
2020 (实物量)	363	900	200	700	200	500	-
2020 (替代量)	2957 (万吨)	405	200	700	120	403 (万吨)	4785

2018年替代能源替代燃料油总量为4010万吨，占车用燃料的比重为10.1%。



◆ 持续推进绿色低碳发展

在国家安全环保要求日益严格的情况下，国内炼厂将继续全力推进达标减排污染治理，坚持走“以绿色方式生产清洁能源”为理念的绿色低碳发展之路。

- 2019年国内全面供应国VI汽柴油
- 加快乙醇汽油的推进，2020年实现乙醇汽油全覆盖
- 炼厂要加快调整全厂总流程和汽油产品方案，加速推进醚化原料的转产工作（C4叠合、ETBE等）

◆ 炼油能力持续较快增长，经营主体多元化格局进一步发展

◆ 转型升级加快，区域化、炼化一体化趋势明显



炼油发展趋势--炼油能力持续较快增长，经营主体多元化格局进一步发展



➤ 在央企、民企的推动下，**2019年我国炼油总能力将达到8.73亿吨/年，千万吨炼油厂将达到29座。到2024年前预计继续新建10座左右千万吨级以上炼油厂，炼油能力新增接近2.1亿吨/年。**

➤ **成品油过剩，出口成为调剂的重要途径。**

企业名称	投产时间	所属集团	产能变化	新增产能	备注
荆门石化	2019	中国石化	550→1000	450	环评
舟山一期	2019	浙江石化	0→2000	2000	合资，在建
华锦石化	2020	中国兵器	600→1000	400	已获建
泉州石化	2020	中国中化	1200→1500	300	在建
古雷炼化二期	2020	中国石化	0→1600	1600	环评公示
庆阳石化	2020	中国石油	300→600	300	改扩建
大榭石化	2020	中国海油	800→1400	600	千万吨级改扩建
中科炼化	2020	中国石化	0→1000	1000	在建
洛阳石化	2020	中国石油	800→1800	1000	扩建
镇海炼化	2020	中国石化	2300→3800	1500	已获建
盛虹石化	2021	江苏盛虹	0→1600	1600	在建
广东石化	2021	中国石油	0→2000	2000	新建
浙江石化二期	2021	荣盛石化等	2000→4000	2000	扩建
唐山旭阳石化	2022	旭阳石油化工	0→1500	1500	环评
裕龙岛炼化一体化项目（一期）	2022	山东裕龙石化	0→2000	2000	环评
燕山石化曹妃甸	2022	中国石化	0→1200	1200	已获建
华锦阿美	2024	中国兵器、沙特阿美、盘锦鑫诚	0→1500	1500	拟建

► 基地化、区域化、园区化

全国以“**两洲一湾**”为主，遵循靠近市场的原则，2020年后新建或投产的炼油厂其所属区域大都在7大石化产业园区，如浙江石化、古雷石化、曹妃甸石化、盛虹石化、上海漕泾石化等。

中国石化打造茂湛、镇海、上海、南京4个世界级炼化基地。

中国石油在西南建成两座千万吨级炼厂，重新启动广东揭阳石化。

中国海油重点建设惠州、宁波大榭两个石化基地。

山东省新旧动能转换，淘汰落后产能，集中建设千万吨级先进炼化产能。

各省市设立石化园区，在园区内实现公用工程共用、原料互供、资源共享等。

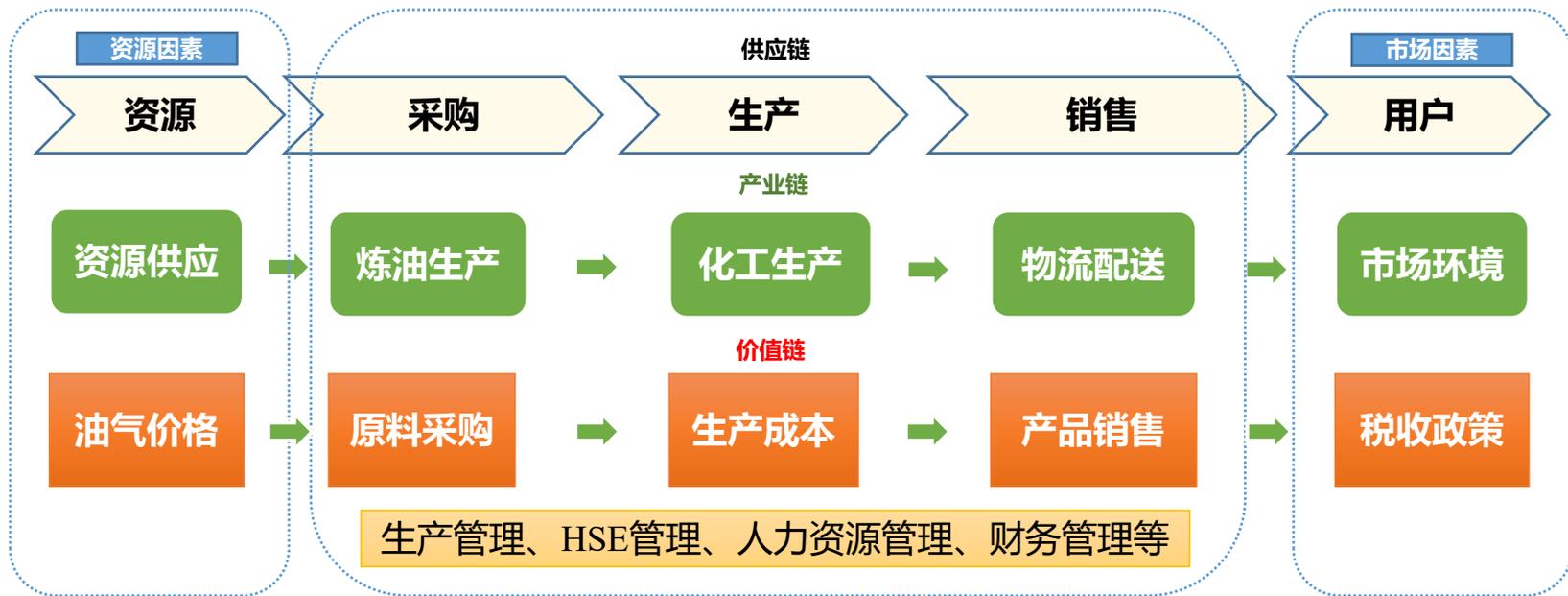


炼油发展趋势--转型升级加快，区域化、炼化一体化趋势明显



➤ 智能化、信息化

“两化”（自动化、智能化）融合，促进炼厂生产运行升级。中国石化在以往4家智能炼厂试点的基础上，又有7家炼厂进入智能化试点；中国石油着力提高自动化水平，打造精品数字化炼厂。用“两化”实现“供应链”、“产业链”、“价值链”的协同优化。



炼油发展趋势--转型升级加快，区域化、炼化一体化趋势明显



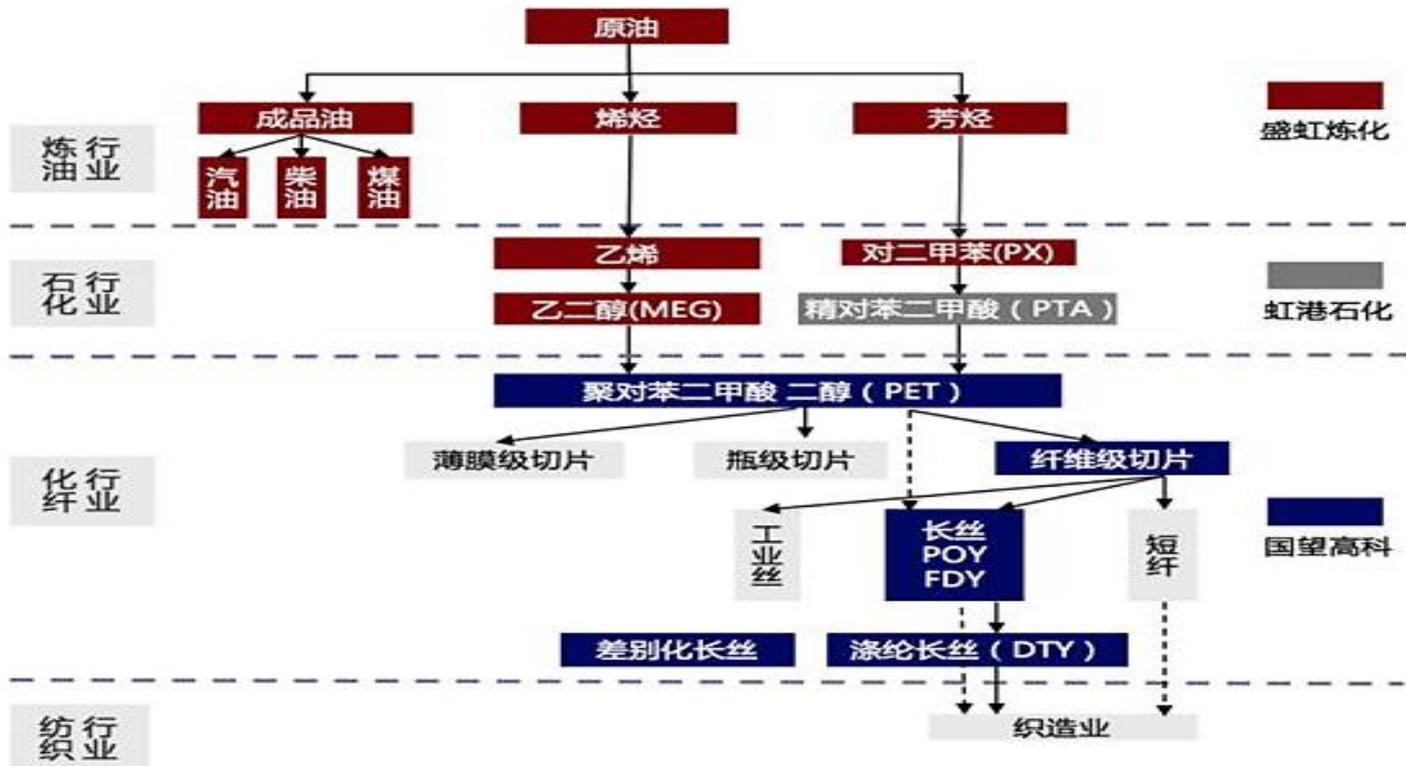
➤ 提高装置规模与工艺水平、炼化一体化

2020年后，我国投产或新建的炼油厂基本都是千万吨级装置，炼化一体化程度较高，化工装置加工能力占一次加工能力的45%以上，重油转化装置加工规模较大。

新建项目名称	规模, 万吨/年	主要化工生产装置及规模	化工原料装置总能力	重油转化装置及规模
浙江石化(一期)	2000	520万吨/年芳烃、140万吨/年乙烯及其它化工装置	660万吨/年	500万吨/年渣油加氢装置和FCC联合装置
中科大炼油	1000	180万吨/年连续重整、200万吨/年轻烃回收装置、80万吨/年乙烯装置	460万吨/年	420万吨/年催化裂化、440万吨/年渣油加氢
恒力石化	2000	3套320万吨/年重整装置、130万吨/年混合脱氢装置	1090万吨/年	1150万吨/年重油加氢装置(柴油、蜡油、沸腾床渣油加氢)
新华联合	2000	320万吨/年连续重整、130万吨/年连续芳构化装置、380万吨/年连续重整、120万吨/年连续芳构化装置	950万吨/年	330万吨/渣油加氢脱硫、310万吨/年FCC、300万吨/年延迟焦化、160万吨/年FCC
盛虹石化	1600	2套320万吨连续重整、110万吨/年乙烯装置、360万吨/年轻烃回收[150万吨/年芳烃油提、280万吨/年对二甲苯]	750万吨/年	200万吨/年焦化、900万吨/年重油加氢裂化(含330万吨/年沸腾床渣油加氢)



东方盛虹产业链分布情况



➤ 炼化一体化的思考

炼化一体化：炼油芳烃一体化、炼油烯烃芳烃一体化、炼油发电蒸汽一体化

问题：

- 能耗大：烯烃、芳烃在高反应温度下生成，30%以上的高品位热被包含在产品中，在低的反应温度下聚合；低碳烃类的分离（含烯烃、芳烃），造成低温热大量过剩，特别是冷凝潜热难以回收；新的轻烃分离技术的开发有重大意义。
- 新建1000万吨以上的企业基本都是炼化一体化，将面临激烈的竞争。
资源（特点）、成本（低成本）、市场（通用型、高端产品）、科技（自主研发改进能力）

➤ 差异化、特色化

大型炼厂实施炼化一体化的同时，**中小型炼厂实施差异化、特色化的战略**。部分燃料型炼厂结合原油特点和装置特点，转向半化工型及材料型炼厂，生产沥青、碳材料、树脂等；部分炼厂充分发挥原油特点，生产特色润滑油、沥青等产品。

2

差异化炼厂建设探讨



➤ 润滑油、沥青、特种产品

在中国，以国产环烷基原油为原料进行单独加工生产产品的炼厂有三个：中国石油克拉玛依石化公司、中国石油辽河石化公司、中海石油炼化有限公司及其下属子公司（中沥、营口、**四川、泰州**）。

环
烷
基
原
油

石脑油、轻柴油馏分；
润滑油组分（280℃~
540℃馏分）
渣油

高压加氢，加氢精制
糠醛，白土
溶剂脱沥青+焦化
沥青调和、改性

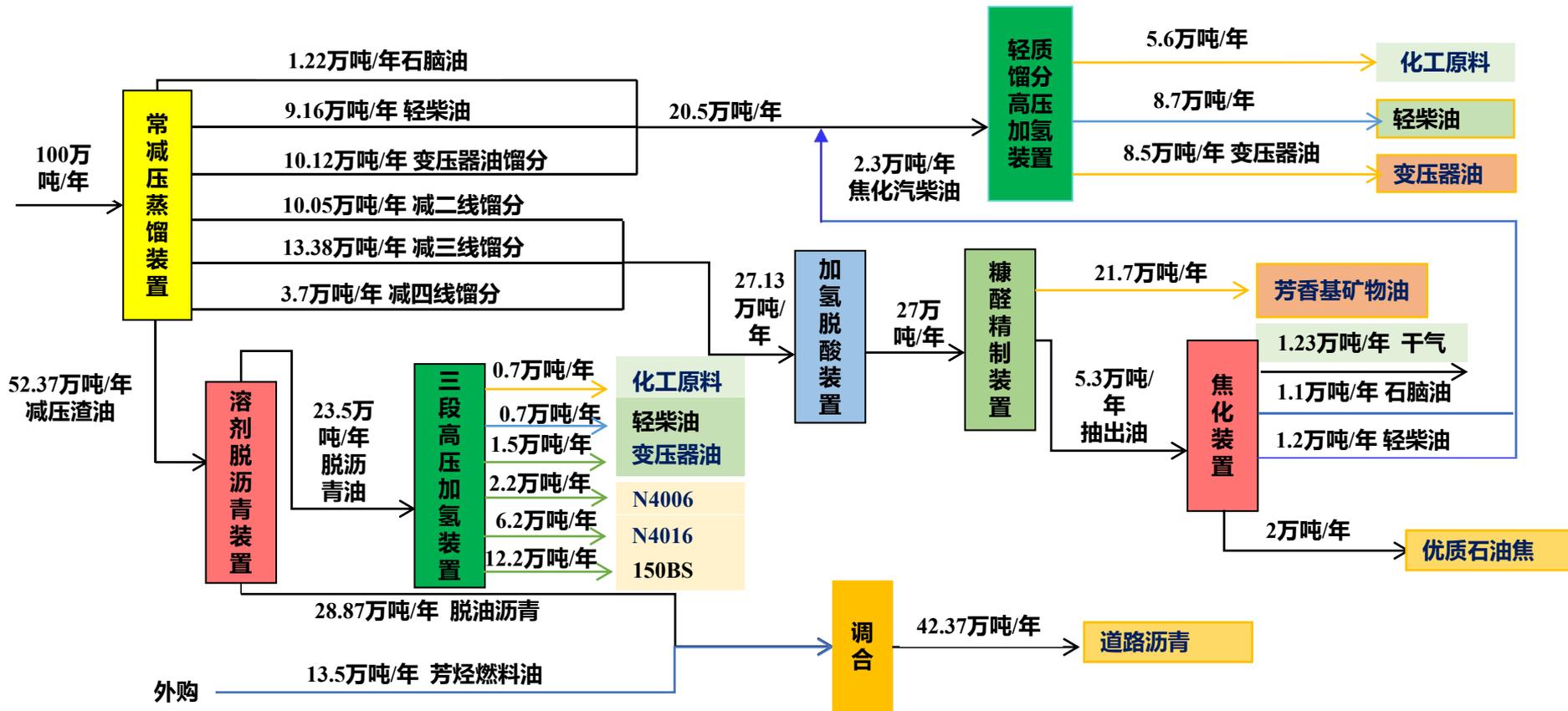
特种溶剂油、润滑油、
沥青、低硫优质石油
焦

差异化
炼厂

➤ 差异化产品

以加工某中海油100万吨/年环烷基原油为例，需要配套建设25万吨/年轻质油高压加氢装置1套、30万吨/年中压加氢脱酸装置1套、30万吨/年糠醛精制装置1套、6万吨/年优质石油焦焦化装置1套、50万吨/年溶剂脱沥青装置1套、30万吨/年润滑油高压加氢装置1套、15000Nm³/h制氢装置1套、40万吨/年沥青调和设施1套以及相应的污水汽提及硫磺回收装置1套。相对原油而言，差异化产品总量占比达**83%**以上，免消费税产品占比达**78%**以上，预估**吨油净利润在600元**以上。

环烷基原油加工的炼厂方案



环烷基原油加工的炼厂方案



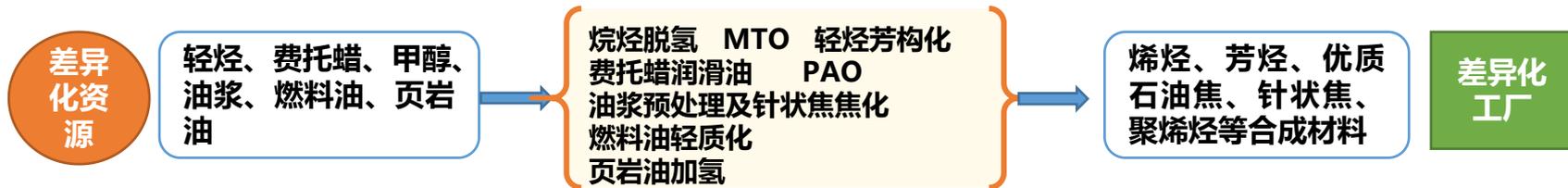
项目	数量/(千吨/年)	不带消费税单价/ (元/吨)	总额/(兆元/年)
购入	原油	1000	2725
	芳烃燃料油	135	3000
	天然气	25.2	4800
	进项合计	1160.2	-
收入	干气	12.3	3500
	化工原料	63	3800
	轻柴油	94	4200
	变压器油	100	5200
	芳香基矿物油	217	5200
	环烷基矿物油	84	4900
	150BS光亮油	122	7500
	针状焦	20	7500
	沥青	423.7	2900
	销售合计	1135	-

销售毛利润为50.2578亿元-32.5096亿元=17.75亿元。

净利润=17.75亿元-总的加工成本-装置折旧-所得税-附加税等=17.75亿元-4亿元-4.5亿元-所得税-附加税等
=9.25亿元-2.31亿元=6.94亿元。

➤ 资源多样化

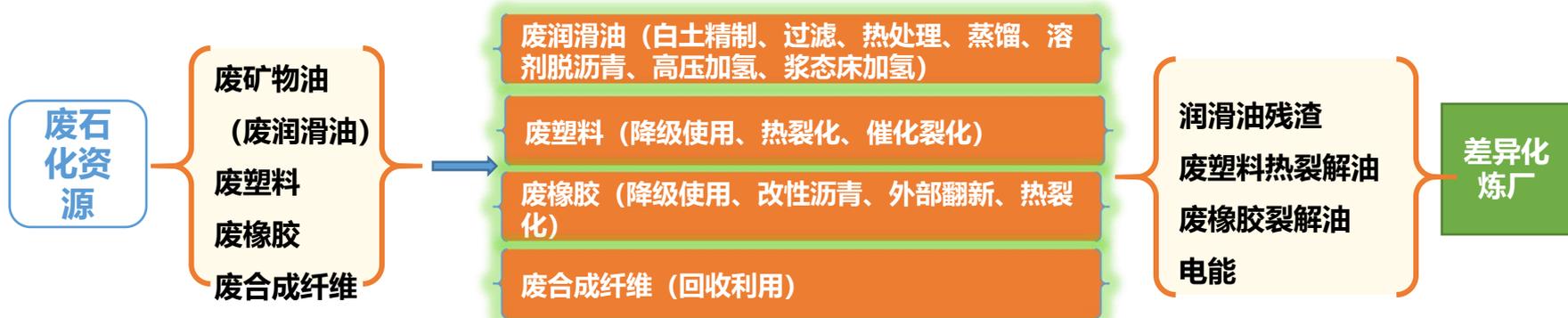
随着非常规油气资源的开发，煤液化产品的开发，轻烃进口量的增加，大型炼厂外甩油浆等资源利用水平的提高，以差异化资源为原料，针对性生产差异化特种产品具有一定的竞争力。



- ? 在资源多样化的同时，能否与现有炼化企业相结合，形成资源多样化的整体炼厂，而非独立运营几套生产装置。比如页岩油能否根据其原料特点进入现有炼厂体系，烷烃脱氢的氢气利用，油浆处理的残渣以及焦化后副产的轻质馏分。
- ? 对于烷烃脱氢、轻烃芳构化装置，其副产较多的氢气，多余的氢气也可以考虑与氢能源产业相结合，比如作为氢能源汽车的氢气来源。

➤ 废石化资源 (分子经济学)

从分子构成的角度，废旧石化产品往往只有不到**10%**的分子发生了变化，而这极少数的分子的衰变导致了产品无法满足原功能的需要而继续使用；从分子的角度，**90%**以上的资源是可以得到重复利用的。如果衰变的**10%**的分子从原料中分离或选择性改性在技术上难以实现，则必须考虑转化利用。



废矿物油 (含废润滑油)：3000万吨/年左右；废润滑油：500万吨/年左右

废塑料：3500万吨/年左右，再次回收利用率不到50%，剩余基本燃烧发电，热裂解或液化制烃类7% (日本)

废橡胶：1500万吨/年以上，其中仅废轮胎2017年达到约1300万吨/年，再生约640万吨/年 (废轮胎热裂解可得45%的初级油、8%的可燃气、35%的炭黑、12%的钢丝)

废合成纤维:基本没有回收利用的报道(2019年上半年我国生产合成纤维单体3520万吨左右)

➤ 热力学概念

热功转化时高品位热最有效率，假设全部为可逆功，在环境温度为 25°C 的情况下， 720°C 的介质转化为功，其最高效率为**70.5%**； 450°C 的介质转化为功，其最高效率为**60.5%**；当介质温度为 150°C 时，其最高效率只有**33.8%**，当温度为 100°C 时，可逆循环其最高效率为**25%**，而在实际过程中，其效率更低，估计在**20%**以下。 150°C 及以下的低温热在炼厂难以得到很好的利用。

➤ 炼化一体化

裂化一体化在烯烃、芳烃等产品生产需要大量的高品位热（ $500^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ ），目前一般由加热炉提供。如乙苯脱氢，反应温度 $600^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ ，重整反应 500°C 左右，丙烷脱氢 $550^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ 。

➤ RFCC（高温热 720°C 及以上）

以RFCC的高温介质为烷烃脱氢、乙苯脱氢、芳构化等装置提供高温热源，热量主要来自于积炭的燃烧。低温热尽量回收用于罐区保温，采暖，空调制冷，伴热，是否可以与市政结合，如供应热水（增加隔离介质）。温差不大的换热，可能是低温热利用效率最高的办法。



谢谢!

感谢卓创咨询提供的信息

