

## 低硫燃料油基础知识

执笔: 陈夏昕

电话: 0591-87892521

投询资格: Z0011393

上海国际能源交易中心的低硫燃料油期货将于 2020 年 6 月 22 日正式挂牌上市。低硫燃料油期货将作为境内特定品种，采用“国际平台、净价交易、保税交割、人民币计价”的模式，全面引入境外交易者参与，将成为继原油期货之后我国第二个国际化能源期货品种。

## 一、低硫燃料油期货推出背景

全球船用燃料油年消费量近 3 亿吨，主要集中在亚洲、欧洲、中东及北美地区的主要港口，其中亚太市场增长较快，市场份额占比超过 45%，已成为全球最大的船用油消费市场。然而，我国作为燃料油进口和消费大国，但没有权威的燃料油基准价格。

2020 年 1 月 1 日国际海事组织（IMO）低硫政策新规正式实施，为全球船用燃料油市场带来巨大变革，低硫燃料油已经取代高硫燃料油成为船用油市场主流消费品种。根据新加坡港务局数据显示，2020 年一季度，新加坡船舶燃料消费量中，低硫燃料油占比约 71%，高硫燃料油、船用柴油占比分别约为 17%、12%。由于我国提前分步实施了排放控制区的相关限硫规定，目前我国低硫燃料油的消费占比略高于新加坡。与此同时，2020 年燃料油出口退税政策落地实施，显著降低中国炼厂的燃料油生产成本，有助于提高我国炼油企业国际竞争力，进而提升我国低硫燃料油的定价话语权。

在全球船用燃料油由高硫向低硫转换之际，上海国际能源中心推出低硫燃料油期货，将为境内外产业企业提供公开、连续、透明的价格信号和有效的风险管理工具，有助于促进相关企业稳定经营，推动低硫燃料油行业平稳健康发展。同时，这也将使上海逐步成为具有影响力的国际低硫燃料油定价中心，进一步加强我国大宗商品期货市场在全球范围内的影响力和竞争力。

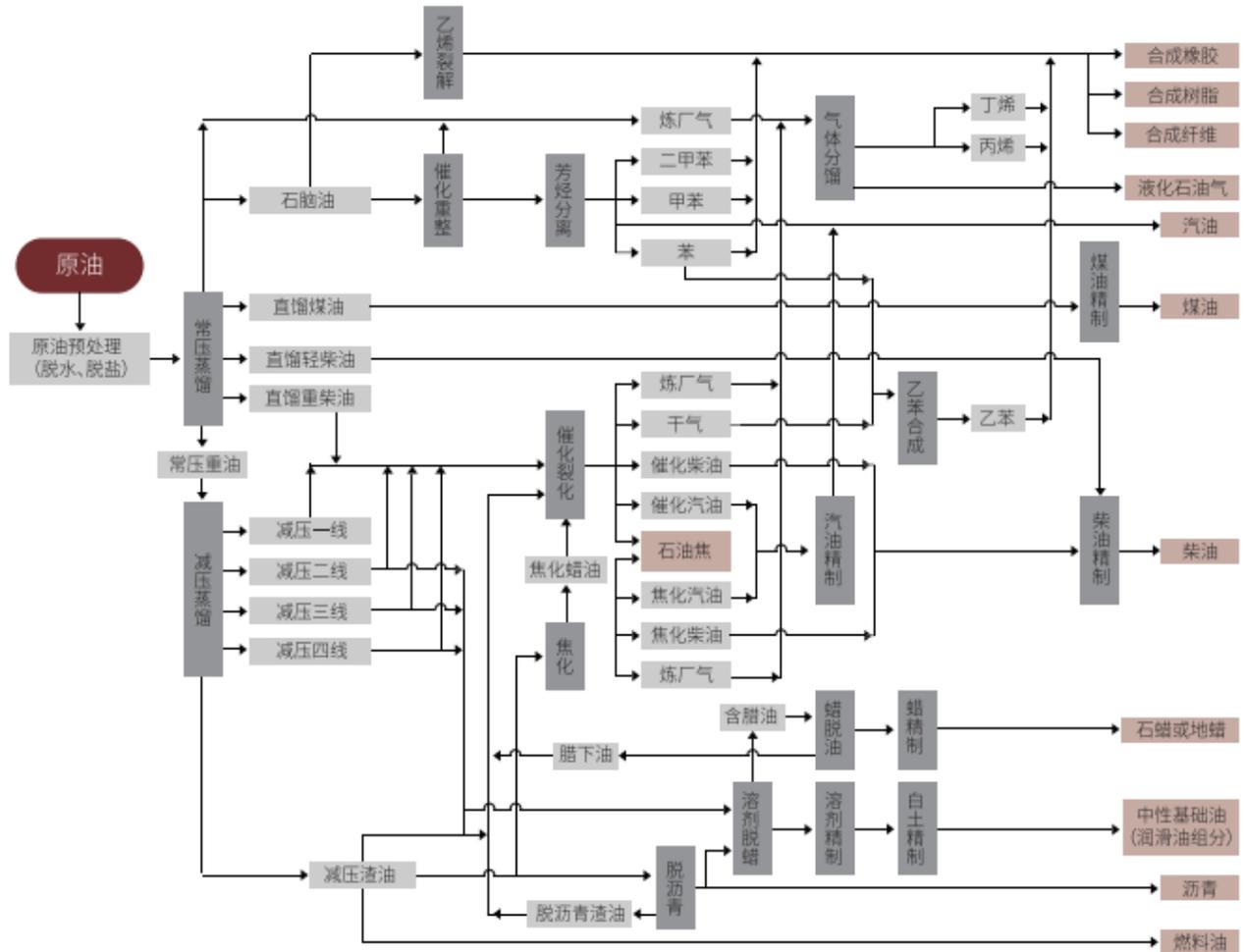
## 二、船用燃料油定义及分类

### 1、燃料油定义

燃料油作为成品油的一种，是石油加工过程中在汽、煤、柴油之后从原油中分离出来的较重的剩余产物。燃料油主要由石油的裂化残渣油和直馏残渣油制成的，具有粘度大，含非烃化合物、胶质、沥青质多的特点。燃料油主要用于交通运输、炼化、工业制造、电力等行业，其中船用油市场

需求呈稳定增长趋势。船用燃料油是在传统燃料油的基础上进行再加工而成的调和油品，其品质必须符合船舶内燃机使用的各项要求，否则容易造成较大的安全隐患。

图 1：原油加工过程示意图



数据来源：上期所

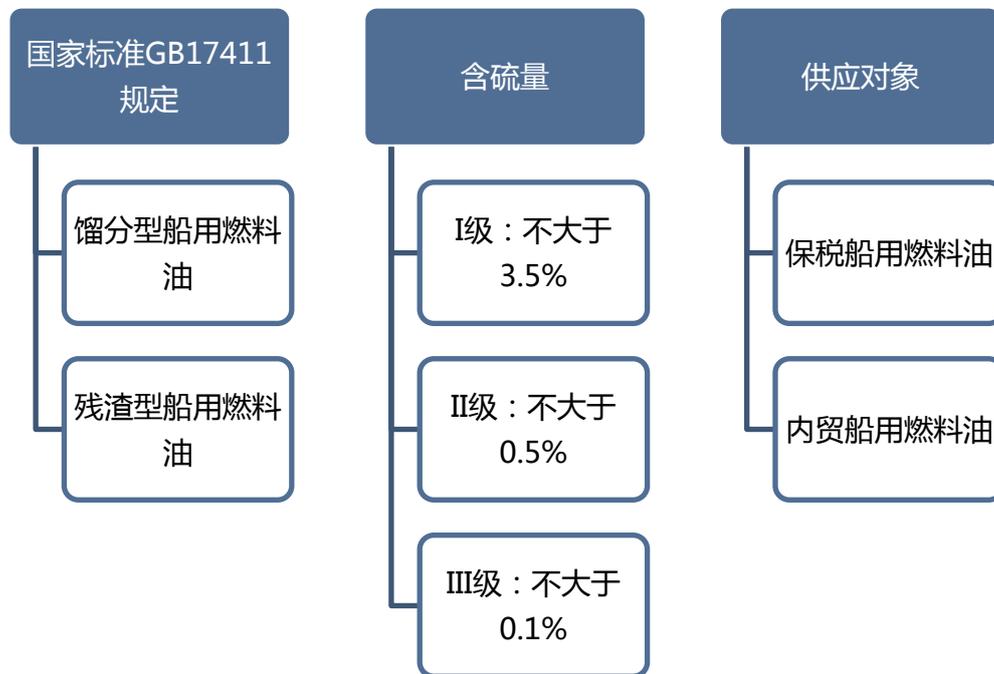
## 2、燃料油分类

根据国家标准 GB17411 规定，船用燃料油分为馏分型船用燃料 ( Diesel Marine ) 和残渣型船用燃料(Residual Marine)。馏分型燃料油主要是以轻油成分为主的油品，根据密度和十六烷值等质量指标分为四种，分别为 DMX、DMA、DMZ 和 DMB。轻质燃料油主要用于中高速柴油机，为短距离航行的中小型船舶只提供动力，或用于大型船舶辅机发电。残渣型燃料油是以重质燃料油为主要成分的油品，其根据质量和粘度分为 7 个粘度、6 个质量档，共 11 个品牌号，分别为 RMA10、RMB30、RMD80、RME180、RMG180、RMG380、RMG500、RMG700、RMK380、RMK500、RMK700。残渣型船用燃料油主要用于低速柴油机，主要为国际航运船舶和沿海、沿江等较大型船舶提供动力。

根据供应对象，船用燃料油可分为保税船用燃料油和内贸船用燃料油。

根据硫含量，船用燃料油可分为 I、II、III 三个等级，其中残渣型燃料油对应的标准分别是不大于 3.50%、0.50%、0.10%。上期所燃料油期货合约的交易标的为硫含量不大于 3.5% $m/m$ 、粘度不大于 380CST 的 RMG380 船用燃料油，上海国际能源交易中心即将挂牌上市的低硫燃料油合约标的硫含量不大于 0.5% $m/m$ ，粘度为 100CST-380CST 的低硫船用燃料油。

图 2：船用燃料油分类方式



数据来源：上期所、福能期货研究院

### 三、低硫燃料油来源

首先，通过加工低硫原油生产低硫重质燃料油。炼厂直接采购低硫原油，利用常压渣油或减压渣油调和低硫船用燃料油。该方法优点是加工费用低，但低硫重质原油资源稀缺。据 ENI 统计，全球重质低硫原油仅占原油总量的 2.78%。再加上炼油行业生产低硫重质燃料油经验有限，此方法得到的低硫燃料油产量较少，难以满足全球远洋船舶的燃料需求。

第二，将低硫轻质燃料油与高硫重质燃料油进行混兑调和。调和加工是传统船用燃料油市场的主要来源。但调和加工符合 IMO 要求的低硫燃料油，可能存在一系列潜在安全问题。例如，由于对低硫油使用的要求不断增加，促使原油在处理时候增加催化剂使用量，导致燃油中残留催化剂颗粒含量提升。而催化颗粒通常是铝和硅的化合物，有较强腐蚀性，引起严重机器损坏。

第三，通过渣油加工装置将高硫渣油中的硫含量降低用于生产船燃油。一般来说，炼厂处理渣油主要有两条路线：第一是脱碳工艺，包括催化裂化、热裂化、减粘裂化、延迟焦化和溶剂脱沥青工艺等。第二是渣油加氢工艺。包括固定床渣油加氢（ARDS 常压渣油加氢工艺、VRDS 减压渣油加氢工艺）、沸腾床（膨胀床）渣油加氢、悬浮床（又称浆态床）渣油加氢和移动床渣油加氢（OCR）

等。在重质原油加工利用上，加氢路线较脱碳路线的重油转换深度高、轻油收率高，资源利用率高，但由于反应条件苛刻，流程复杂，能耗也比脱碳路线高。

在实际中，炼厂渣油升级路线的选择会结合自身燃料油数量、周边市场、现有装置配置、地理位置、可采购的原油种类、资本投入回报率等因素，形成多种可行性路线，例如，延迟焦化+馏分油加氢，渣油加氢脱硫+催化裂化，沸腾床加氢+延迟焦化/渣油加氢裂化+溶剂脱沥青等。

表 1：生产低硫燃料油路线选择

路线	投入/回报	主要技术方案和措施
1	低资本投入 高投资回报率	1、增强原油灵活性 2、采取减底油深拔技术 3、利用炼厂现有流程配置
2	中等资本投入 中等投资回报率	1、提高减压深拔深度，下游设置减粘裂化装置 2、溶剂脱沥青+加氢裂化装置改造 3、溶剂脱沥青+渣油气化装置改造
3	高资本投入 低投资回报率	1、焦化装置 2、溶剂脱沥青+沸腾床加氢裂化装置 3、气化装置 4、悬浮床加氢裂化装置

数据来源：中石油华东设计院 福能期货研究院

针对国际船用燃料油市场出现的短暂市场机遇，我国几大炼油商分别采取了不同的应对策略。中国石化旗下金陵石化、上海石化、海南炼化、齐鲁石化等炼厂采用渣油加氢脱硫装置生产低硫燃料油。2020 年低硫重质清洁船用燃料油产能将达到 1000 万吨，2023 年这一产能将超过 1500 万吨。

中国石油炼化板块有序组织所属沿海炼厂（大连石化、辽河石化、广西石化、大港石化、大连西太、锦州石化和锦西石化）主要通过常减压装置加工低硫原油，用低硫渣油与催化油浆、催化柴油甚至加氢裂化未转化油调和而成。中石油炼厂计划产能为 200-500 万吨/年。

## 四、低硫燃料油期货合约设计

上海国际能源中心低硫燃料油期货的上市，是继原油期货之后又一个采用“净价交易、保税交割”模式的国际化能源期货合约。

表 2：低硫燃料油期货合约与上期所燃料油期货合约对比

项目	保税 380 燃料油	低硫燃料油
交易代码	FU	LU
交易品种	燃料油	低硫燃料油

交割品质	RMG 380 船用燃料油（硫含量为 I 级、II 级）或质量优于该标准的船用燃料油		低硫船用燃料油（低硫 0.5）	
质量标准	GB17411+相容性+八项补充指标		GB17411+相容性+粘度、密度下限+清洁度+苯乙烯+苯酚	
上市平台	上海期货交易所 SHFE		上海国际能源交易中心 INE	
交易单位	10 吨/手			
报价单位	元/吨（交易报价为不含税价格）			
最小变动价位	1 元/吨			
涨跌停板幅度	5%			
交易时间	上午 9:00 - 11:30 ，下午 1:30 - 3:00 和交易所规定的其他交易时间。			
合约月份	1-12 月			
最后交易日	交割月份前第一个月的最后一个交易日			
交割日期	最后交易日后连续五个交易日			
境外参与者、中介机构	无		有	
自然人退出节点	最后交易日前第三个交易日闭市		最后交易日前第八个交易日闭市	
持仓限额	合约挂牌起	≥10 万手	限仓比例 10%	7500 手
		<10 万手	10000 手	
	交割月前第二月	1500 手		1500 手
	交割月前第一月	500 手		500 手
交易保证金	合约挂牌起	8%	合约挂牌之日起	8%
	交割月前第二月的第十个交易日起	10%		
	交割月前第一月的第十个交易日起	15%	交割月前第一月的第一个交易日起	10%
	最后交易日前二个交易日起	20%	最后交易日前第二个交易日起	20%
入库预检	密度、运动粘度、硫含量、水分、闪点		密度、运动粘度、硫含量、水分、闪点、如混罐存储应当增加相容性预检	
最小入库量	1000 吨		5000 吨	
仓单有效期	仓单生效年份的第二年的最后一个交割月份		仓单生成下一月份起的六个月止	
投资者适当性	无		有	
投资者适当性可用资金余额	无		10 万（个人）	

		10万(单位)
注：低硫燃料油上市涨停板幅度为13%，交易保证金为15%		

数据来源：INE 上期所 福能期货研究院

上期所保税380燃料油期货与INE低硫燃料油期货的检验质量标准均采用的是GB17411标准，但细节上有所差异，低硫燃料油期货仅添加粘度、密度最低值、清洁度、相容性、苯乙烯和苯酚要求。

表2：保税380燃料、低硫燃料油质量标准对比

项目	RMG380 指标	低硫燃料油指标	试验方法
运动粘度 (50°C, mm <sup>2</sup> /s)	不大于 380.0	不大于 380.0 不小于 100.0	ASTM D445
密度 (15°C, kg/m <sup>3</sup> )	不大于 991.0	不大于 991.0 不小于 930.0	ASTM D1298
碳芳香度指数 (CCAI)	不大于 870	不大于 870	ISO8217 : 2017 (E)
硫含量 (m/m, %)	不大于 3.50 (I) 不大于 0.5 (II)	不大于 0.50	ASTM D4294
闪点 (闭口) (°C)	不低于 60.0	不低于 60.0	ASTM D93
硫化氢 (mg/kg)	不大于 2.00	不大于 2.00	IP570
酸值 (以 KOH 计) (mg/g)	不大于 2.5	不大于 2.5	ASTM D664
总沉淀物(热老化法) (m/m, %)	不大于 0.10	不大于 0.10	ASTM D4870
残碳 (m/m, %)	不大于 18.00	不大于 18.00	ASTM D4530
倾点 (°C)	不高于 30	不高于 30	ASTM D97
水分 (V/V, %)	不大于 0.50	不大于 0.50	ASTM D95
灰分 (m/m, %)	不大于 0.100	不大于 0.100	ASTM D482
钒 (mg/kg)	不大于 350	不大于 350	IP 501
钠 (mg/kg)	不大于 100	不大于 100	IP 501
铝+硅 (mg/kg)	不大于 60	不大于 60	IP 501
净热值 (cal/g)	不小于 9500	不小于 9500	ASTM D240
使用过的润滑油 (ULO) (mg/kg)	料油应不含 ULO。符合下述条件之一，认为燃料油含有 ULO： 钙 > 30 且 锌 > 15 钙 > 30 且 磷 > 15	燃料油应不含 ULO。符合下述条件之一，认为燃料油含有 ULO： 钙 > 30 且 锌 > 15 钙 > 30 且 磷 > 15	IP501
相容性 (级)	不高于 2	不高于 2	ASTM D4740
清洁度		不高于 2	
苯乙烯 (mg/kg)	不大于 20	不大于 20	GB/T 6041

苯酚 ( mg/kg )	不大于 10	不大于 10	
正丁醇 ( mg/kg )	不大于 10		
环己醇 ( mg/kg )	不大于 10		
二丁醚 ( mg/kg )	不大于 10		
双环戊二烯 ( mg/kg )	不大于 10		
4-枯基苯酚 ( mg/kg )	不大于 50		
加速氧化沉淀物 ( m/m , % )	不大于 0.50		见暂行规定

数据来源：INE 上期所 福能期货研究院

**免责声明：**以上作品（包括但不限于研究报告、分析评论文章、视频等）版权属于福能期货，仅作参考之用。不管在何种情况下，本作品都不能当作买卖所述品种的依据。作品是针对商业客户和职业投资者准备的，所以不得传播给其他人员。尽管我们相信作品中数据和资料的来源是可靠的，但我们不对它们的真实性、准确性和完整性等做任何的保证。我们也不承担因根据本作品操作而导致的损失。未经福能期货书面授权许可，任何引用、转载以及向第三方传播本作品的行为均可能承担法律责任。福能期货提醒广大投资者：期市有风险，入市需谨慎！