

## 低硫燃料油现货市场寻踪

李云旭 Z0014563

### 1. 低硫燃料油现货基础

#### 1.1. 燃料油的特性和用途

燃料油的定义有广义与狭义之分，广义上的燃料油是指用做各种类型工业燃烧设备（包括锅炉等）燃料的油品，但不包括汽油和轻柴油，多数属于比较黏稠的重质燃料，狭义上的燃料油主要指原油蒸馏、裂化等过程产生的残渣油，这也是实际中最常用的定义。一般来说，燃料油具有粘度大，含非烃化合物、胶质、沥青质多的特点。

粘度是燃料油最重要的质量指标，它是对流动性阻抗能力的度量，直接影响着油泵、喷嘴的工作效率和燃料消耗量。目前国内常用的是 40℃运动粘度和 100℃运动粘度，国际常用为 50℃运动粘度，单位为每秒平方毫米（mm<sup>2</sup>/s），实际测定中常用厘斯（即 cst，1cst=1mm<sup>2</sup>/s）表示。此外，燃料油比较重要的质量指标还有硫含量、闪点、倾点等，硫含量主要影响使用过程中对设备的腐蚀程度以及废气对环境污染程度，闪点主要用来评定安全防火性能，倾点是反映其低温流动性的指标。我国燃料油按照 SH/T 0356-1996 分为 1 号、2 号、4 号轻、4 号、5 号轻、5 号重、6 号和 7 号共 8 个牌号。

表 1：燃料油部分国家质量标准

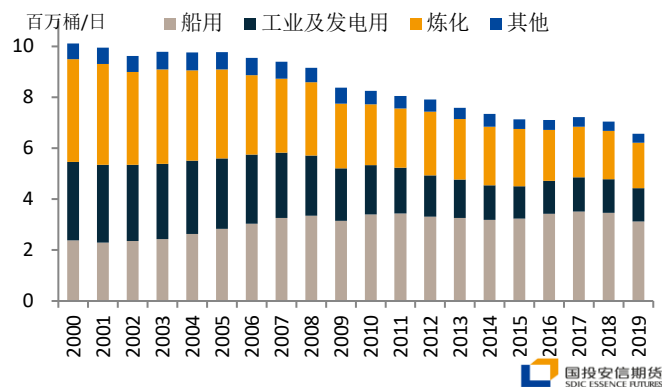
项目		质量指标							
		1 号	2 号	4 号轻	4 号	5 号轻	5 号重	6 号	7 号
运动粘度/（mm <sup>2</sup> /s）	40℃ 不小于	1.3	1.9	1.9	5.5	-	-	-	-
	不大于	2.1	3.4	5.5	24	-	-	-	-
	100℃ 不小于	-	-	-	-	5	9	15	-
	不大于	-	-	-	-	8.9	14.9	50	185
闪点（开口）℃	不低于	-	-	-	-	-	-	-	130
闪点（闭口）℃	不低于	38	38	38	55	55	55	60	-
倾点/℃	不高于	-18	-6	-6	-6	-	-	5	
水和沉淀物/%	不大于	0.05	0.05	0.5	0.5	1	1	2	3
硫含量/%	不大于	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-
略	...	...	...	...	...	...	...	...	...

资料来源：公开资料整理，国投安信期货

燃料油主要用于船舶燃料、炼化、工业制造、电力等行业。本世纪初，全球燃料油消费结构中占比最大是作为炼厂深加工原料，其次为船舶燃料、工业燃料及发电。近年来，随着炼厂装置不断升级，轻质油收率不断提高，燃料油作为原料进行加工的需求逐步减少，另一方面，大部分国家环保意识不断提高，燃料油型电厂陆续淘汰，工业及发电用需求也部分被清洁能源替代，唯有船用油市场需求稳中有升，在当前燃料油消费结构中占比最大。

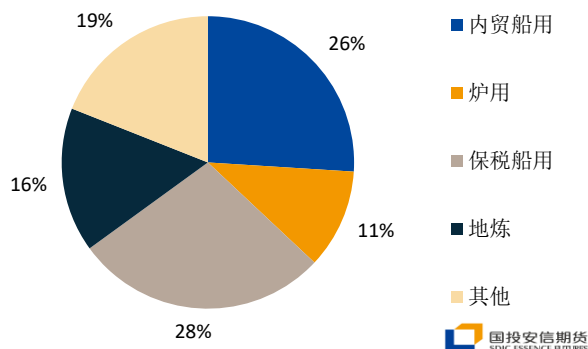
我国燃料油消费结构也经历了从发电、炼化主导到船用主导的演变。随着国内燃油发电机组淘汰，此前一度占国内燃料油需求中近 40%的发电需求已基本退出舞台，地炼进口原油双权放开也使得燃料油作为原料的炼化需求大幅降低，2019 年船用需求在我国燃料油消费中占比已达 54%，其中保税船用占比为 28%，内贸船用占比为 26%。

图 1：全球燃料油消费结构及变化



资料来源：IHS，国投安信期货

图 2：我国 2019 年燃料油消费结构



资料来源：中石化经研院，国投安信期货

## 1.2. 船用燃料油的特性和分类

燃料油相对易于储存和运输，热值较高，长期以来被作为船舶运输（特别是远洋航运）中最重要的动力来源，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。

我国参照 ISO 8217 国际标准制定的船用燃料油国家标准 GB 17411 规定，船用燃料油分为 DM 组（Diesel Marine，馏分型船用燃料）和 RM 组（Residual Marine，残渣型船用燃料）。馏分型燃料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（相当于-10#轻柴油）、DMA（相当于 0#轻柴油）、DMZ（介于 A、B 之间）、DMB（相当于 5#轻柴油），馏分型燃料油的称谓还有 MGO（Marine Gas Oil）和 MDO（Marine Diesel Oil）等不同的说法，都是柴油馏分，但粘度有所区别，MGO 是轻柴油，适用于高速柴油机，MDO 是重柴油，适用于中速柴油机。通常来说，馏分型燃料油主要为短距离航行的中小型船舶提供动力，或用于船舶的辅机发电使用。

残渣型船用燃料油是以重质渣油为主要成分的油品，其根据 7 个粘度档、6 个质量档，共分为 11 个品牌号，分别为 RMA10、RMB30、RMD80、RME180、RMG180、RMG380、RMG500、RMG700、RMK380、RMK500、RMK700，牌号中数字即表示 50℃运动粘度，发动机马力越大要求的黏度越高，最高可达到 700CST。目前 180CST、380CST 是市场上的主流品种。残渣型船用燃料油用于低速柴油机，或者与馏分型燃料混合后用于低速柴油机，主要在国际运输船舶以及沿海、沿江运输的较大船型中使用。

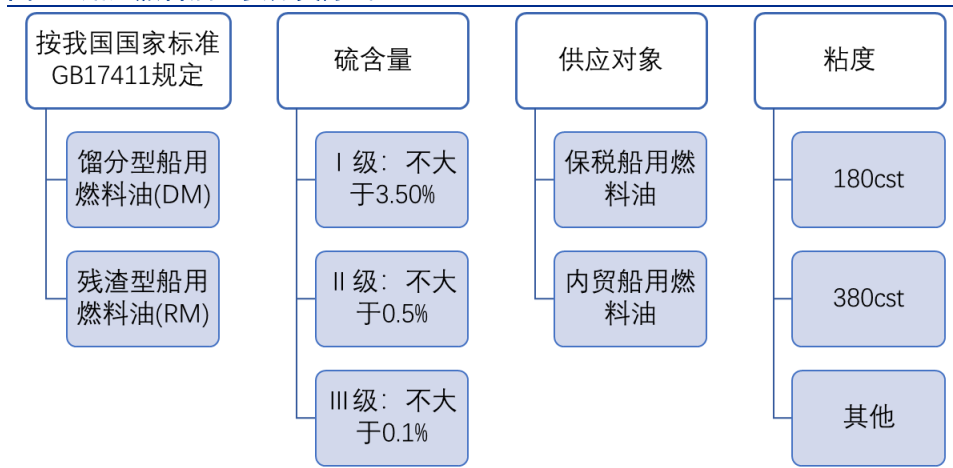
相对应的，1.1 中燃料油国家质量标准规定的 1 号与 2 号为馏分燃料油，4 号轻和 4 号燃料油一般为重质馏分型燃料油或馏分型燃料油和残渣型燃料油的混合，5-7 号燃料油为残渣型燃料油。

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，两个市场相对独立，保税船用燃料油具体是指对进出我国的国际航线运营船舶供应的燃料油，进口和销售均免征税费，储存在指定的保税油专用油库，由海关实施保税监管，内贸燃料油是指为内贸船舶供应的燃料油。

根据硫含量，船用燃料油可分为 I、II、III 三个等级，分别为硫含量不大于 3.50%、0.50%、0.10%。

通过以上主要分类方式区分，上海期货交易所 2018 年挂牌上市的保税 380 燃料油期货合约标的硫含量为 I 级与 II 级，粘度不大于 380CST，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为 II 级，粘度为 100CST-380CST，两个期货合约标的均为残渣型保税船用燃料油。由于硫含量的不同是两个期货合约标的的本质区别，后文将分别把两个期货合约标的简称为“高硫燃料油”和“低硫燃料油”。

图 3：船用燃料油主要分类方式

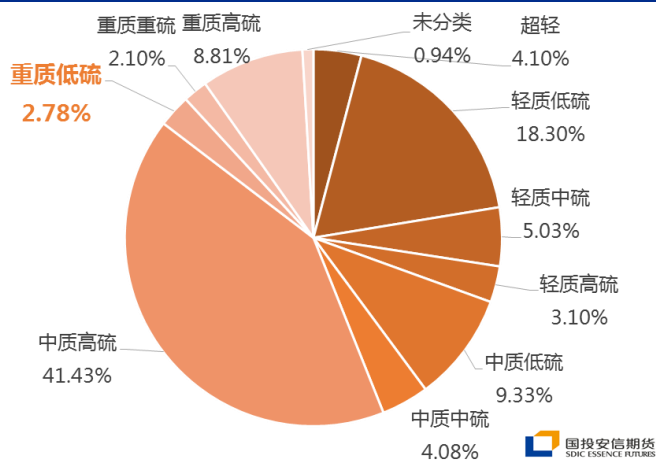


资料来源：公开资料整理，国投安信期货

### 1.3. 低硫燃料油产业链

低硫燃料油的产业链条相对简单，原油是其直接上游，航运船舶是其终端下游，但由于船用油调和方案相对多元，决定了其生产路线并不唯一。低硫船用燃料油的调和组分以低硫渣油馏分为主，炼厂最为直接的方式为采购低硫重质原油直接生产，但低硫重质原油在全球原油中仅占约 2.78%，低硫资源有限及原油成本高企使得直馏渣油路线难以成为主流。

图 4：全球原油产量按品质分布情况



资料来源：ENI《World Oil and Gas Review 2016》，INE

一般来说，渣油加氢是最为常见的高硫渣油脱硫技术，配有固定床渣油加氢装置的炼厂，可调整装置原料性质和装置参数，产出指标满足要求的固定床加氢重油，设沸腾床渣油加氢裂化装置的炼厂，通过降低装置转化率、提高加氢脱硫深度，调整进料性质

和馏分切割，可产出沸腾床加氢重油参与调和。相比较而言，渣油加氢路线生产低硫燃料油对原油的适应性较强，但加工费用较高，对现有装置的后续装置负荷影响偏大，且新建装置投资较大。

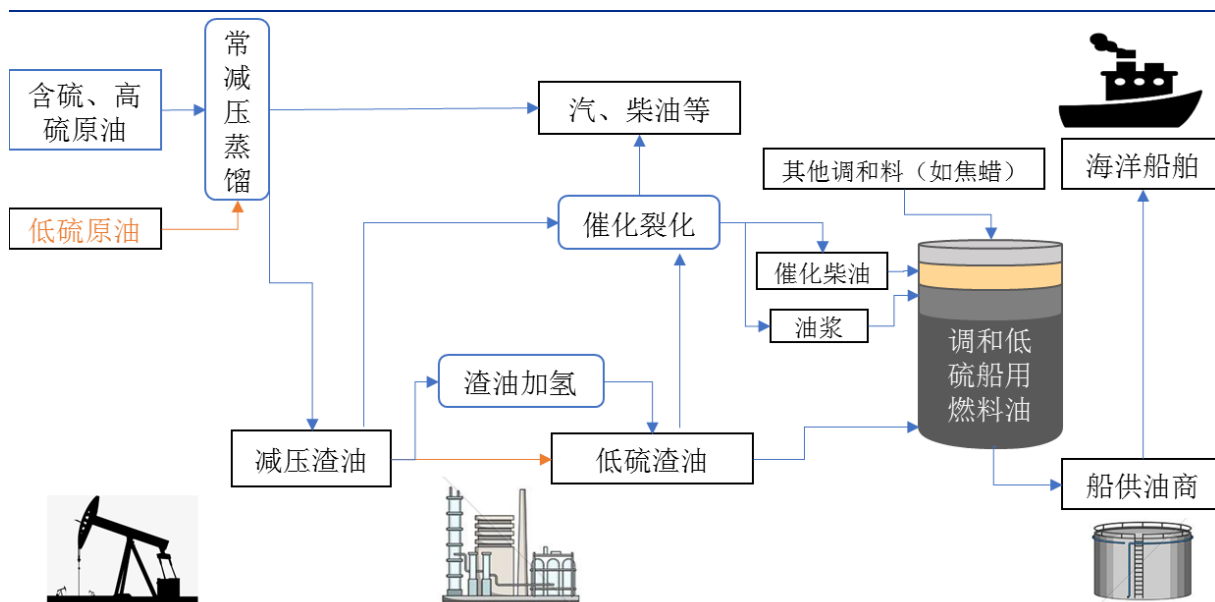
表 2：不同低硫船用燃料油生产路线特点

生产路线	直馏渣油路线	固定床渣油加氢	沸腾床渣油加氢
原油成本	中或高	较低	低
加工费用	低	高	高
原油适应性	中	较强	强
对后续装置加工负荷影响程度	中	中或高	中或高

资料来源：王天潇. 典型炼油企业低硫重质船用燃料油生产方案研究[J]. 当代石油石化, 2019, 27(12): 27-34, 国投安信期货

除了低硫渣油馏分外，低硫船用燃料油的调和一般还需要包括柴油组分（催化柴油）、催化油浆以及其他满足使用和储运要求的组分。

图 5：低硫燃料油产业链



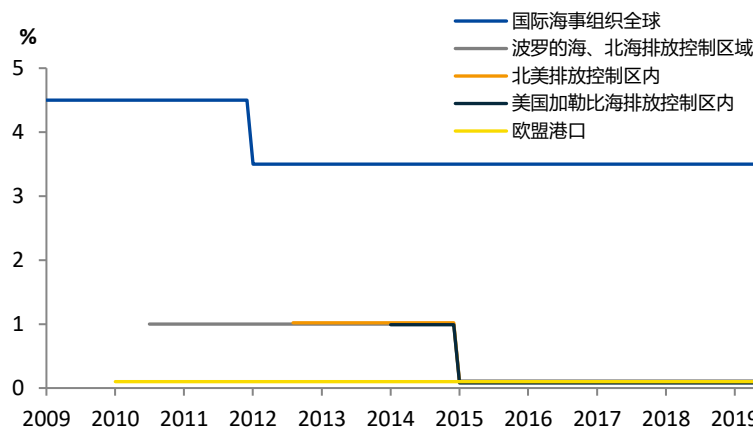
资料来源：公开资料整理，国投安信期货

#### 1.4. 限硫政策及影响

为控制船舶行业日益严重的污染排放问题，近年来许多国际和地方组织出台了一系列控制船用燃油硫含量的政策法规，低硫燃料油的现货格局也在限硫令下不断发生变革。

国际海事组织（IMO）隶属于联合国，最早成立于 1959 年 1 月 6 日，国际海事组织船用燃料硫含量排放限定具备较强法律约束力。船用燃料硫含量排放限定属于《国际防止船舶造成污染公约》（MARPOL 公约）附则 VI，该公约有 136 个缔约国，缔约国海运吨位总量占世界海运吨位总量的 98%。根据其早期规定，船上使用的任何燃料油含硫量不得超过 4.5%，随着全球环保意识不断提高，限硫条款不断修订，2012 年 1 月 1 日及 2020 年 1 月 1 日起分别将非排放控制区的硫含量上限按 3.5% 及 0.5% 实施，排放控制区的硫含量要求更加严格。

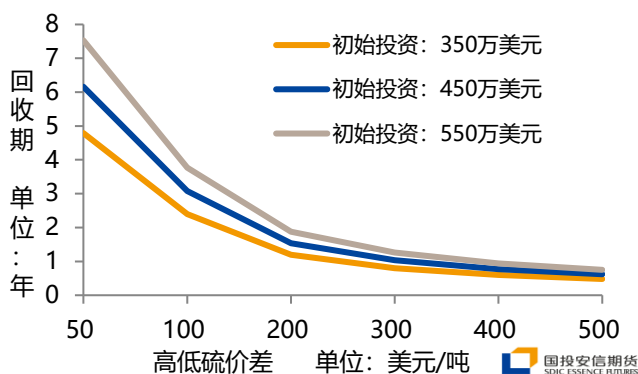
图 6：全球船用燃料油硫含量要求



资料来源：公开资料整理，国投安信期货

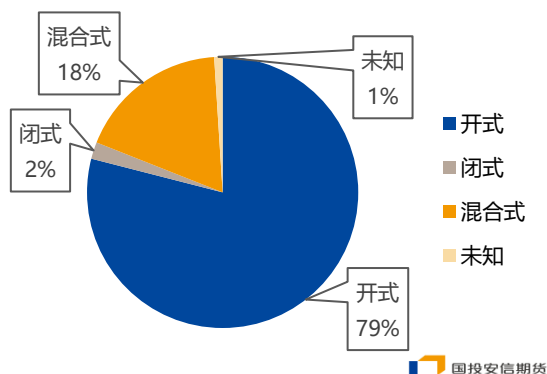
为应对国际海事组织 0.5%限硫新规，航运业有三种应对方案：一是进行简单改装和洗舱后使用低硫燃料油，二是安装船用洗涤设备（亦称脱硫塔）后继续使用高硫燃料油，三是为新建或加装液化天然气等清洁能源的驱动系统。三种方案各有利弊，选用何种方案，短期需要考虑可操作性，长期还需综合考虑经济性等。

图 7：脱硫塔回收期测算（油耗 40 吨/天为例）



资料来源：公开资料整理，国投安信期货

图 8：限硫令前后新加坡重质船燃销量



资料来源：MPA，国投安信期货

由于此前保税船用油产业链长期以高硫燃料油作为最主要的供应产品，低硫燃料油供应能力在切换初期明显不足，且在稳定性、粘度、润滑性等方面需要船舶重新适应，可能影响发动机性能，加上低硫燃料油价格偏高，增加船东燃油成本，对低硫燃料油的选择主要仍是基于合规诉求。

虽然船舶加装脱硫塔后可继续使用价格相对低廉的传统高硫燃料油，但脱硫塔的一次性投资成本偏大，回收周期受高低硫价差影响存在较大不确定性。脱硫塔主要分为开式、闭式和混合式三种，成本相对偏低的开式脱硫塔利用弱碱性的海水对含有硫氧化物的船舶废气进行中和脱硫，已被许多港口限制使用，而闭式脱硫塔是将化学洗涤水与船舶废气进行中和脱硫，脱硫后的废液将统一收集，虽然污染性小但使用成本较高，因此都难以较大规模推广。

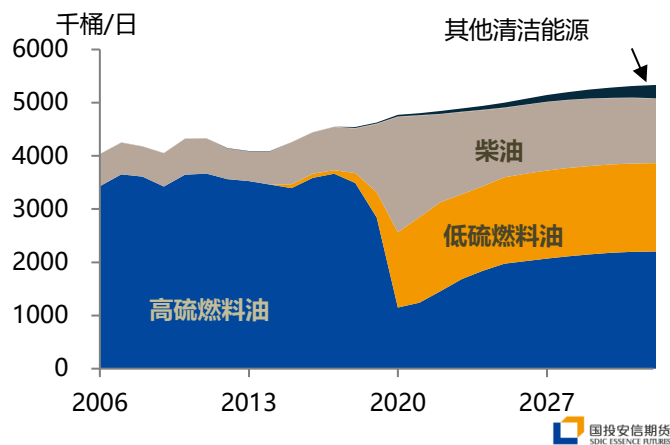


表 3：航运业应对燃料油限硫的方案比较

应对措施	使用低硫燃料油	安装脱硫塔	LNG 等清洁能源
优势	较为环保 船舶改动相对较小	能继续+使用相对廉价的高硫燃油	环保与合规性佳
劣势	燃油价格高昂 产品稳定性可能存在问题	投资成本高 对船舶空间有要求 废液处理存风险	投入成本极高 加注配套设施不完善

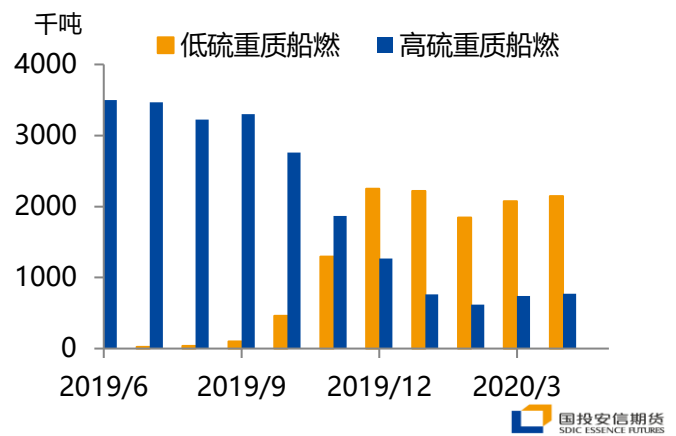
资料来源：公开资料整理，国投安信期货

图 9：限硫令影响下船用燃油需求构成及走势预估



资料来源：公开资料整理，国投安信期货

图 10：限硫令前后新加坡重质船燃销量



资料来源：MPA，国投安信期货

船用燃料油行业高低硫切换于 2019 年四季度开始大规模进行，全球最大的船舶燃料加注中心新加坡高硫燃料油销量由此前每月 300 万吨以上下降至 80 万吨以下，同时低硫燃料油销量异军突起，2020 年以来每月销量已达 200 万吨左右。

新加坡船用燃料油销量的切换节奏是全球船用燃料油由高硫向低硫过渡的一个映射，上海国际能源交易中心即将挂牌上市的低硫燃料油期货合约所对应的低硫燃料油现货也已经成为我国保税燃料油市场的主力。另一方面，由于切换初期低硫重质船燃供应相对紧俏，亦有部分船东使用柴油作为过渡，后期低硫燃料油的市场占比有望在供应逐步释放后进一步提升。

## 【免责声明】

本研究报告由国投安信期货有限公司撰写，研究报告中所提供的信息仅供参考。报告根据国际和行业通行的准则，以合法渠道获得这些信息，尽可能保证可靠、准确和完整，但并不保证报告所述信息的准确性和完整性。

本报告不能作为投资研究决策的依据，不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证，无论是否已经明示或者暗示。国投安信期货有限公司将随时补充、更正和修订有关信息，但不保证及时发布。对于本报告所提供信息所导致的任何直接的或者间接的投资盈亏后果不承担任何责任。

本报告版权仅为国投安信期货有限公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用发布，需注明出处为国投安信期货有限公司，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。国投安信期货有限公司对于本免责声明条款具有修改权和最终解释权。