

2023 年 9 月 27 日

成品油产业链梳理系列报告（三）：石脑油的生产加工、供需格局与价格体系

梁可方

投资咨询从业资格号：Z0019111

liangkefang024064@gtjas.com

报告导读：

2023 年 9 月 15 日，对二甲苯（PX）期货与期权同时在郑州商品交易所上市交易，国内化工期货品种再添“新丁”。截至目前，在石油化工板块，我国已有聚乙烯、聚丙烯、苯乙烯、精对苯二甲酸、对二甲苯、丁二烯橡胶等上市品种，所涉及的产业链环节正在逐步增加。在这一趋势下，诸多化工品种的上游原料——石脑油大概率将在未来成为期货投资者基本面研究框架中极其重要的一环，因此本篇作为成品油系列报告的第三篇，我们将全面梳理石脑油的基本概况，力图建立更为全面的炼油化工产业分析框架。

本篇从石脑油本身的理化性质、生产工艺与加工工艺出发，将石脑油在石化产业链中的基本情况做详细的介绍。随后，从数据分析的角度深刻梳理出国内外两个不同视角下市场的供需格局。接下来，我们将介绍国际石脑油市场的价格形成机制与构成现货报价的基本要素，同时归纳总结石脑油市场常见的价差及其背后的产业逻辑。最后，我们将介绍国际上现存的石脑油衍生品，一方面展现国际石脑油衍生品市场的生态环境，另一方面通过讨论衍生品工具的细节来介绍这些衍生工具的风险对冲功能。

(正文)

1. 石脑油的相关概念、用途与品级分类

1.1 石脑油基本理化性质与分类

石脑油，也叫粗汽油、化工轻油，是一种以原油或其他原料加工而得的轻质油品。外观在常温常压下为无色透明或微黄色液体，有特殊气味，不溶于水。密度在 $650\text{--}750\text{kg/m}^3$ 。硫含量不大于 0.08% 。

一般石脑油的分类方法有按照馏程、用途和生产方式区分。当按照馏程区分时，分为轻石脑油和重石脑油，轻石脑油馏程在 $70^\circ\text{C}\sim 145^\circ\text{C}$ ，重石脑油馏程在 $70^\circ\text{C}\sim 180^\circ\text{C}$ 。当按照用途区分时，分为用作烯烃裂解原料的裂解石脑油、芳烃或高辛烷值原料的重整石脑油以及用作溶剂的溶剂石脑油。当按照加工方法区分时，分为来自常减压装置的直馏石脑油，来自焦化装置的焦化石脑油以及通过加氢精制产生的加氢石脑油。

图 1：石脑油基本性状图



资料来源：百度百科，国泰君安期货研究

1.2 石脑油主要生产工艺

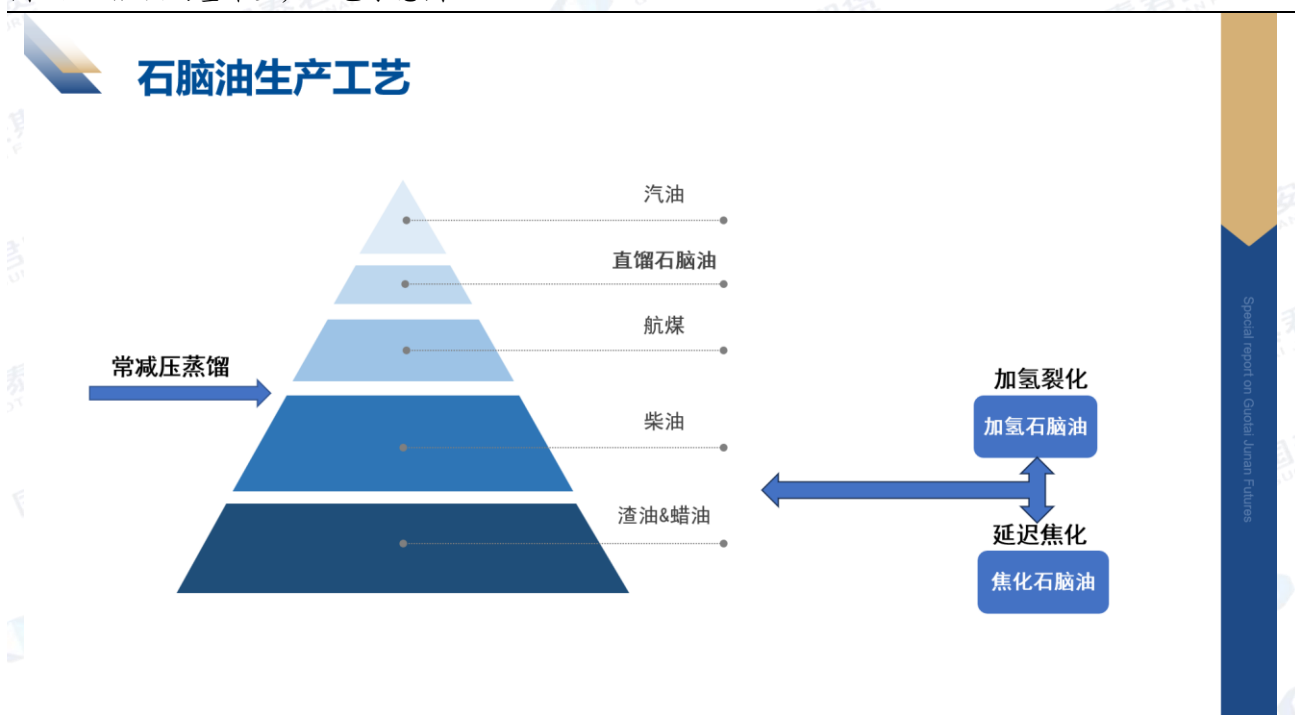
作为一种较为常见的轻质组分，石脑油既可以通过常减压蒸馏装置直接产出，也可以通过二次加工装置获得。

在原油经过常减压蒸馏装置后， $60^\circ\text{C}\sim 180^\circ\text{C}$ 左右的馏程对应的就是石脑油组分，由于是原油直接经过蒸馏后获得，因此被称为直馏石脑油。

获得石脑油组分的二次加工工艺主要是加氢裂化和延迟焦化。加氢裂化一般以渣油、蜡油等重质油品或直馏柴油、催化柴油等品质较差的柴油组分为原料，以酸性白土和金属氧化物作为催化剂，随后在 $360^\circ\text{C}\sim 450^\circ\text{C}$ 的条件下发生裂化反应和异构化反应，同时整个反应过程还要在高氢压环境下发生。反应产物以轻质油为主，其中终馏点一般在 $140^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ 的组分即是加氢石脑油。相比之下，延迟焦化同样以重质油品作为原料然后进行加热，但在其到达反应温度后并不是直接发生反应，而是被送入焦炭塔后再进行下一步裂化和缩合生焦反应，故该过程被称为“延迟焦化”，一般延迟焦化装置的石脑油和汽油组分收率在 $10\%\sim 17\%$ 左右。除了上述几种石油基路线外，还有部分石脑油以煤炭为原料，通过一系列复杂的化学反应和加工工艺后获得与石油基石脑油品质相同甚至更优的油品，但和传统石油基石脑油相比其产能规模仍然较小，目前

全球市场仍以生产、贸易石油基石脑油为主。

图 2：石脑油的基本生产工艺示意图



资料来源：根据公开资料整理，国泰君安期货研究

1.3 石脑油的下游应用与加工工艺

石脑油既是油品中最重要的轻油组分之一，也是石油化工品，尤其是烯烃类与芳烃类化工品的直接源头。因石脑油中含有大量烷烃和芳烃类的化合物，通过适当的手段可将这些化合物从石脑油中分离出来然后进一步生产加工为多种多样的化工品。而除了作为化工原料之外，石脑油也可作为有机溶剂使用，一般作为油漆、农药以及沥青等物质的溶剂或稀释剂。本节我们重点介绍石脑油作为化工原料的应用与加工工艺。

目前主流的石脑油加工工艺有两种：

1. 蒸汽裂解：生产乙烯、丙烯、丁二烯等烯烃类化工品的加工工艺。蒸汽裂解是一种吸热反应，将原料油与水蒸气进行预热后再进入加热炉炉管，随后加热至 $750^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，这时炉内发生裂解，再将物料进行降温冷却和分离。裂解获得的烯烃类化工品在大部分情况下会被继续加工，最终形成电池隔膜材料、工程塑料、合成橡胶、合成树脂、溶剂等。

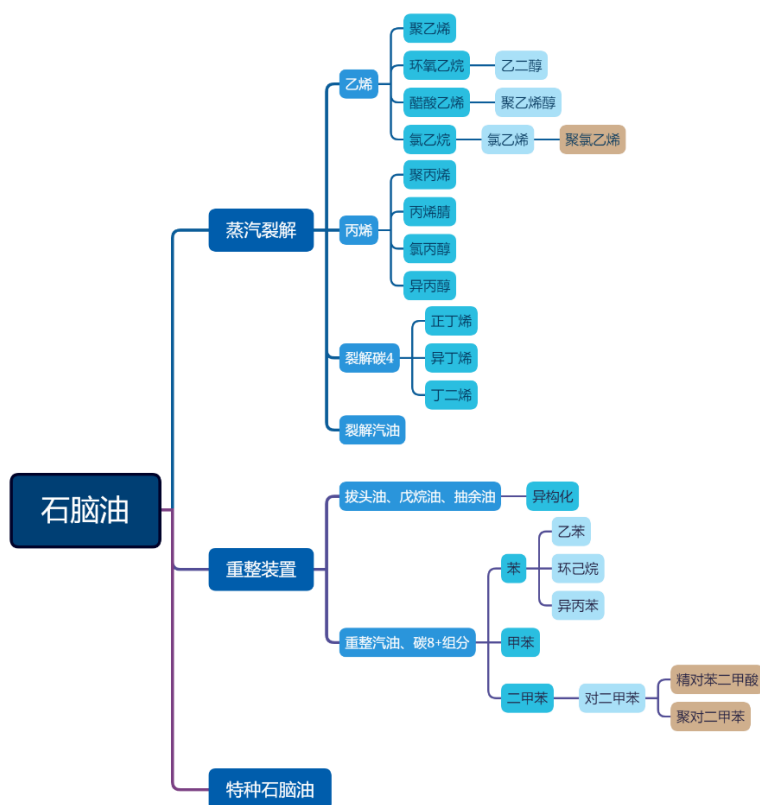
2. 催化重整：生产芳烃类化工品和高辛烷值汽油组分的加工工艺，催化重整自身又分为非连续重整与连续重整工艺。重整反应的核心在于引入金属催化剂之后，原料中的分子在 500°C 左右的高温下发生重排、异构，从而增加原料油中的芳烃含量。最终产品为高辛烷值汽油调和组分，称为重整汽油；而重整汽油经过芳烃抽提后可获得苯、甲苯和二甲苯等芳烃系化工品，这些化工品最终将被加工成工业塑料、有机玻璃、合成洗涤剂、聚酯薄膜与纤维等。

一般情况下，加氢石脑油因为在加工的过程中已经通过加入氢气脱除了硫、氮等杂质，其品质略好于其他两种石脑油。同时加氢石脑油的重整指数，即 N （环烷烃含量）+ $2A$ （芳烃含量）指数较高，是较为优质的重整原料。焦化石脑油往往来源于含硫量高的重质油品，一般需经过加氢精制脱除杂质后方可进行下一步加工。而在裂解加工方面，不同种类的石脑油会有着不同的裂解产物分布和收率，例如部分炼厂出产的焦

化石脑油的乙烯收率较高，而直馏石脑油则是丁二烯收率较高。因此，炼厂一般会综合下游化工生产计划与当期原料市场行情选择不同的石脑油作为自身化工装置原料。

值得一提的是，在裂解、重整以及芳烃抽提等反应过程中，除了烯烃、芳烃等化工品的产出之外，还存在着部分液体副产品，例如裂解反应结束后所产生的汇集大量芳烃和 C_6 、 C_9 的裂解汽油，以及重整-芳烃抽提过程中副产的拔头油、抽余油。这些副产品在成分、理化性质上也和石脑油类似，也可以经过进一步处理之后再次加工，继续生产高辛烷值汽油组分或是化工品，这部分解释了为何裂解汽油、拔头油、抽余油等副产品也被我国税务部门纳入石脑油消费税征收范围。

图 3：石脑油加工后可获取的石化产品种类十分丰富



资料来源：根据公开资料整理，国泰君安期货研究

2. 海内外石脑油的供需格局

根据 JODI 数据，全球石脑油的总产量在 2020 年之前基本维持在每年 2.2~2.4 亿吨左右，需求方面也基本上维持在 2.2 亿吨/年的水平，总体上看全球的石脑油供需之间有一千万吨左右的过剩。回顾历史数据，2019 年受中美贸易战、全球经济增速放缓等因素影响，全球石脑油需求量同比进一步下滑。2020 年由于公共卫生事件，全球炼厂产能利用率大幅下滑，石脑油的产量也因此急剧下降，但需求量却不降反升，我们推测或许跟下游化工领域复苏领先于炼油行业，以及中国大炼化项目在 2019 年之后迎来集中投产形成的原料需求上升有关。2021~2022 年开始，全球经济进一步复苏的大背景下，中国大炼化项目持续落地，石脑油的供应、需求体量也开始同步大幅回升。

国际上，石脑油的主产国几乎都位于炼油产能发达的地区，正如本系列报告第一篇《成品油产业链梳理

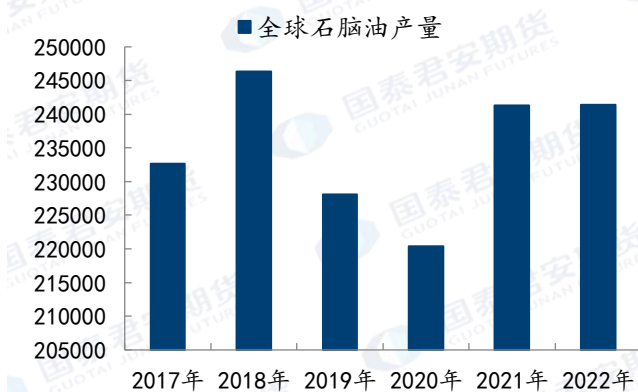
系列报告（一）：《从生产与加工角度看全球成品油市场》中所述，目前全球炼油产能规模较大的地区主要是亚洲、俄罗斯以及北美，因此俄罗斯、中国、美国、印度、日本、韩国、沙特、阿联酋等国的石脑油产量在全球排名较为靠前。这些国家中的大部分也是石脑油的主要出口国，仅俄罗斯、美国、阿联酋和印度合计就输出了全球近 50% 左右的石脑油资源。

需要指出的是，产量大并不代表出口能力强，上文我们提到的产量大国大部分也是主要的石脑油出口国，但其中也有部分例外。以我国为例，由于国内化工产能十分庞大，原料需求旺盛，石脑油供应仍然存在缺口，需要依赖进口补足。再加上成品油出口受政策管制，因此尽管国内石脑油产量在全球排名靠前，但出口数量与其他产量大国相比十分稀少。除了我国之外，日本、韩国作为全球化工产能规模较大的国家，也是石脑油的主要进口国。而作为东南亚、欧洲的主要炼油产能集中地，新加坡、荷兰也是石脑油的主要进口国家，同时鉴于这两个地区凭借着优越的地理位置以及港口条件成为国际油品贸易的重要中转站，上述两地进口的石脑油资源一方面会被送入工厂进行加工，另一方面也会在此进行中转后再次发往全球其他地区。

国内方面，随着国内炼油产业“减油增化”格局的加深，我国炼厂一方面积极增产石脑油为不断落地的化工装置提供原料，另一方面充分消化石脑油组分来维持化工装置产能利用率，使得石脑油产量和消费量稳定上升。国内石脑油产地主要聚集在炼油产能集中的地区，其中山东地区常年成为我国石脑油产量最大的省份，占全国石脑油产量的 43.71%。尽管我国大炼化项目的持续投产带来了石脑油产出的提升，但我国石脑油的供给和消费总量之间仍有少量缺口，需要依靠进口补足。从数据来看，我国石脑油一般有 15% 左右的供应量来源于进口。进口主要来源于全球其他炼油产能发达且通往我国的海运路线较为便利、通畅的地区和国家，例如中东的阿联酋、东北亚的韩国以及俄罗斯。值得注意的是，中东地区近几年炼油产能逐步扩张，可能将逐步取代韩国成为我国石脑油主要的进口来源地。出口方面，正如前文所述，国内炼厂在石脑油资源方面仍然有一定的对外依存度，加上政策原因，石脑油出口数量相对稀少。对外出口的主要地区集中在东南亚地区，以马来西亚、印度尼西亚、新加坡为主。

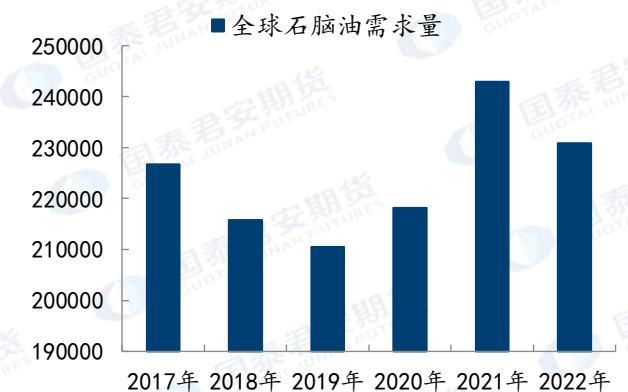
总体来看，全球石脑油的生产和消费正在逐步回升，而我国作为炼油化工产能大国，石脑油的产量、需求量持续与国际市场供需双增的格局保持着一致的步调。

图 4：近两年全球石脑油产量正在恢复 单位：千吨



资料来源：JODI，国泰君安期货研究

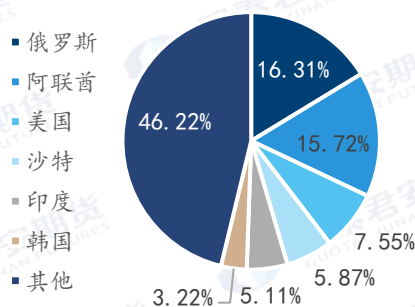
图 5：近两年全球石脑油需求正在恢复 单位：千吨



资料来源：JODI，国泰君安期货研究

图 6：俄罗斯、中东、美国以及印度为主要出口地区

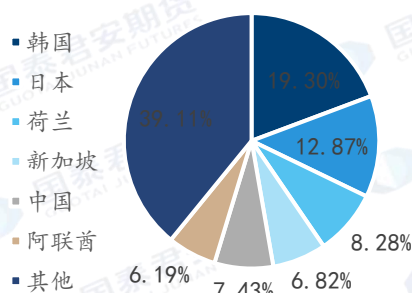
国际石脑油主要出口地区体量占比



资料来源：Kpler，国泰君安期货研究

图 7：日韩、荷兰以及我国为主要进口地区

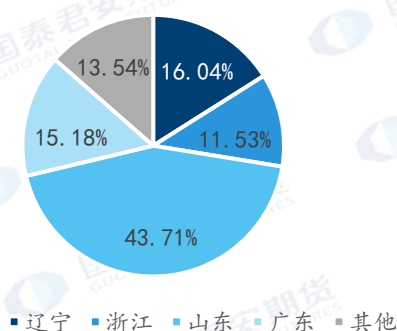
国际石脑油主要进口地区体量占比



资料来源：Kpler，国泰君安期货研究

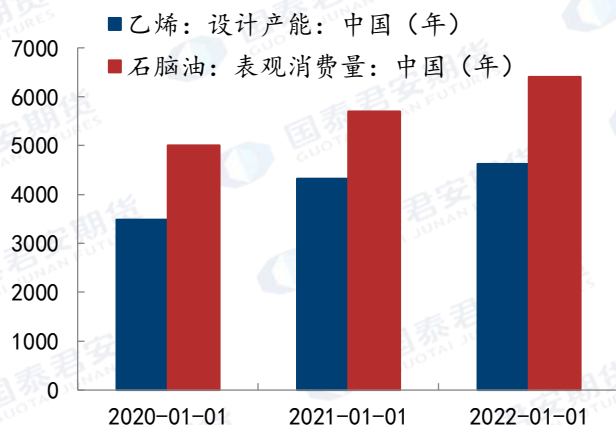
图 8：山东、浙江、辽宁以及广东成为国内石脑油主产区

2022年国内石脑油产量分布



资料来源：同花顺，国泰君安期货研究

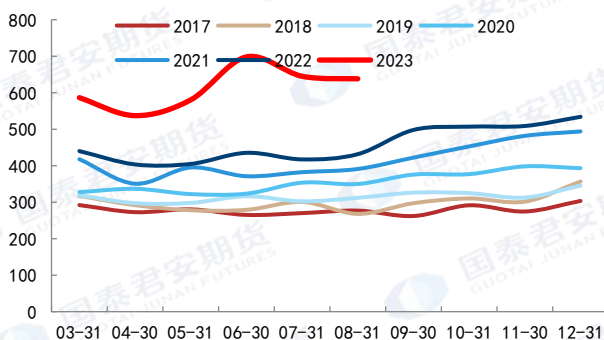
图 9：我国石脑油表观消费随着国内乙烯产能扩张而不断上升 单位：万吨



资料来源：钢联数据，国泰君安期货研究

图 10：国内石脑油产量处于历史新高 单位：万吨

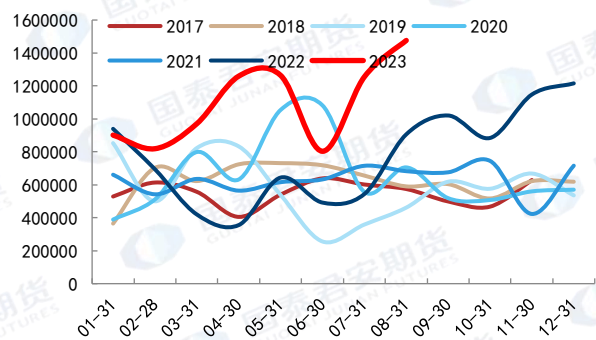
石脑油：产量：当月值



资料来源：同花顺，国泰君安期货研究

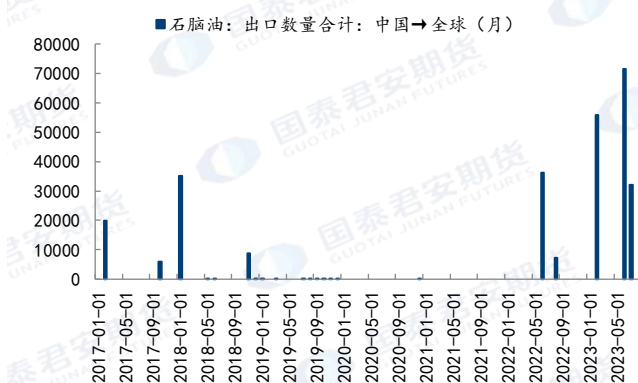
图 11：国内石脑油进口处于历史新高 单位：吨

石脑油：进口数量合计：全球→中国（月）



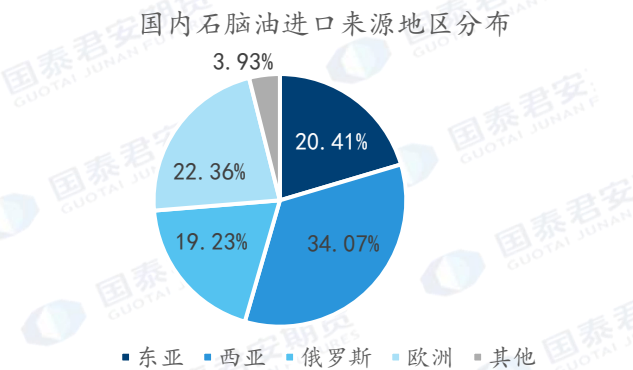
资料来源：钢联数据，国泰君安期货研究

图 12：我国石脑油出口数量稀少，近两年有所增加
单位：吨



资料来源：钢联数据，国泰君安期货研究

图 13：日韩、俄罗斯与中东是我国石脑油主要进口来源



资料来源：钢联数据，国泰君安期货研究

3. 石脑油的价格与价差体系

3.1 国际石脑油现货价格体系：基准价+成交升贴水

国际上石脑油的价格由报价机构、贸易术语和报价区域等诸要素构成，这一点和其他大宗商品类似。以下我们将选取普氏的新加坡石脑油现货报价作为案例来说明国际市场石脑油的基准报价形式。

普氏新加坡石脑油现货报价一般由如下几个要素组成：

Platts¹ / FOB² / Singapore³ / Cargo⁴ / \$XXX/mt⁵ / 15~30days⁶

其中各部分含义解释如下：

1. 报价机构：国际油品市场常见的报价机构有普氏（Platts）和阿格斯（Argus），但石脑油市场大多数以普氏报价为主，普氏在全球石脑油报价方面有着垄断地位。

2. 贸易术语：全球石脑油市场大多数情况都使用 CFR、FOB 和 CIF 等贸易术语进行报价，但也有部分地区仍然存在较为特殊的报价方式。首先是日韩地区，其使用 C&F 或 C+F 的形式，这种报价形式实质上是 CFR 术语的过时写法，在风险和权责划分上与 CFR 没有区别，国际商会已经在 2000 年版的《贸易术语解释通则》中建议全球使用 CFR 术语来替代过时的 C+F 写法。另一个存在特殊情况的地区是美湾地区，在 FOB、CFR 术语之外还使用 DAP，即卖方全程负责将货物送到买方指定目的地，并把装有货物的运输工具交由买方处置的术语。DAP 条款于 2010 年被国际商会加入 D 组贸易术语，来代替原先的 DES、DAF 等术语。

3. 报价区域：石脑油报价一般以美湾、西北欧、阿拉伯湾、新加坡、日韩为主要基准地，各区域内也有更加精确的报价基准地。例如，中东地区除了阿拉伯湾(Arab Gulf)报价之外，还有富查伊拉(Fujairah)的 FOB 报价；再例如亚洲地区除了日韩和中东报价之外，普氏还提供西印度地区的报价，缩写为 MOPWIN。

4. 运输方式：一般分为 Barge 和 Cargo 两种，这个要素一方面决定着现货贸易中货物的运输方式，从而决定贸易中的物流成本；另一方面，不同的运输方式也会对应着不同的报价规模。一般来讲，Barge 的合约规模相对较小，一般 5 万桶(合 5000 吨左右)起步；Cargo 的规模更大一些，普遍在 30000~50000 吨左右。

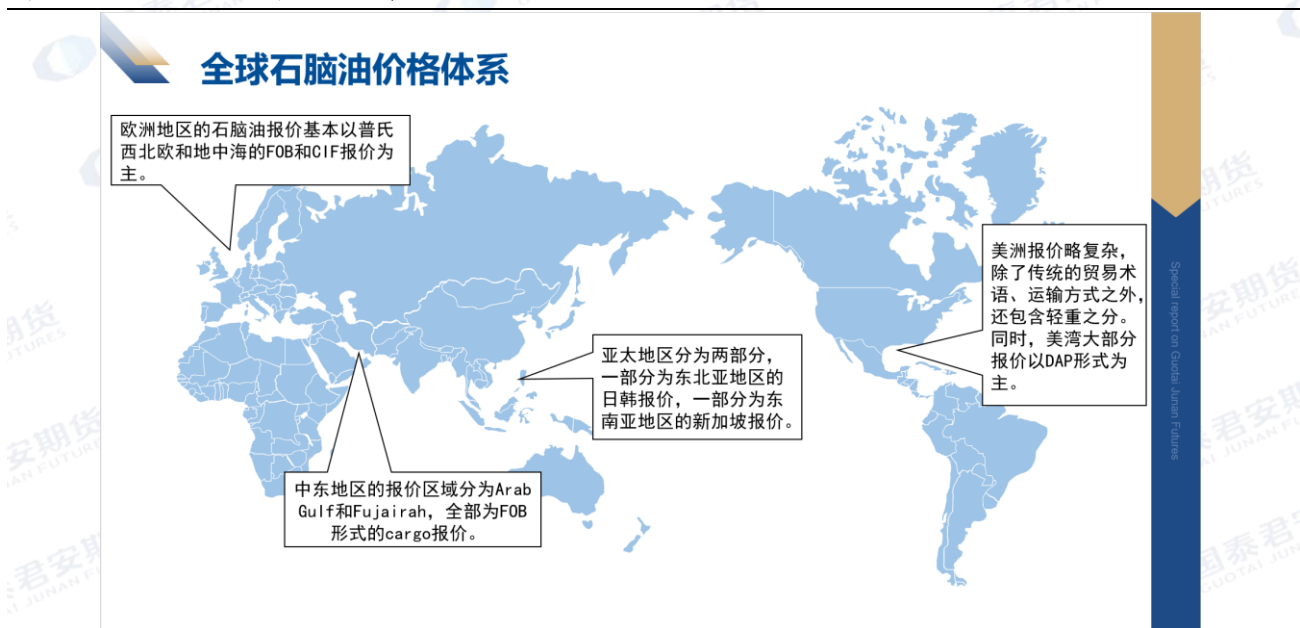
5. 报价单位：和其他油品类似，石脑油一般采用美元/吨或美元/桶的报价方式，普氏报价中石脑油的

桶吨比设置为 1 吨=9 桶。除了上述提到的主流方式之外，部分区域可能采用欧元、美分等货币进行计价，计量单位还会对应调整为升，或是如加仑这样的非公制单位。

6. 装船期：不同地域、不同报价方式对应的石脑油装货期长短不同，较短的有 5~15 天，长则 60~75 天。装船期的不同最终会导致交货时间不同，买卖双方一般会根据自身现货周转需求以及对到货后市场走势的预期选择合适的装船期进行报价和成交。

在选择了合适的计价基准之后，买卖双方的实际成交价格还要加上成交升贴水，这也是石脑油价格形成的一个重要部分。成交升贴水的高低首先与当期市场的供需平衡有关，当市场供应收缩、石脑油现货货源紧张时，卖家掌握定价话语权，这时成交价格往往会相对基准价具有一定升水空间。反过来说，如果现货过剩，买家掌握话语权，卖家为了保证销售顺利而采取让利，则需要相对基准价让出一部分贴水。例如，2020 年新冠病毒在一季度开始席卷全球后，全球油品需求遭受重创，大量现货将因为各国生产活动减少以及边境关闭陷入滞销，整个市场的成交迅速转弱，因此 C+F 日本的成交升贴水从 1 月 30 日开始了持续三个月的连续下跌。而从二季度中期开始，各国逐步恢复国内生产，市场需求阶段性复苏，这时 C+F 日本的成交升贴水触底反弹，于 7 月恢复至 2020 年初的水平。

图 14：国际石脑油基准价格体系概况



资料来源：根据公开资料整理，国泰君安期货研究

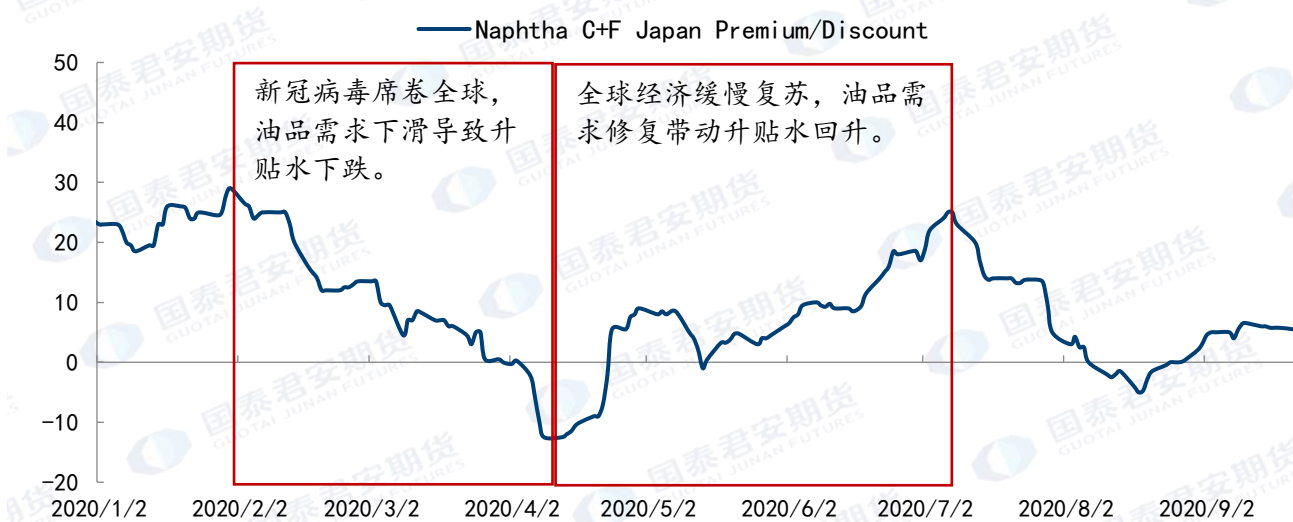
图 15：常见普氏石脑油报价

报价机构	贸易术语	基准地	运输方式	船期
Platts	C+F	Japan	Cargo	30~45 Days
Platts	FOB	Singapore	Cargo	15~30 Days
Platts	DAP	USGC	Barge	5~15 Days

资料来源：Platts，国泰君安期货研究

图 16：石脑油现货成交升贴水会随着市场供需情况变化而波动

单位：美元/吨



资料来源：Platts，国泰君安期货研究

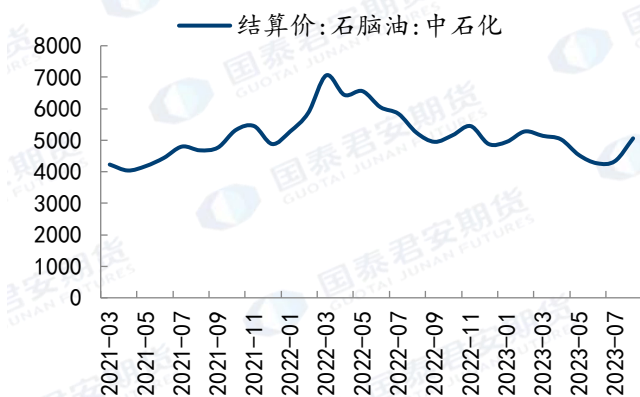
3.2 国内石脑油市场定价模式：封闭的“互供价”与公开的“一口价”

石脑油内贸市场报价按不同的报价主体分为两类，一类是中石油、中石化内部使用的“互供价”，意为两大集团内部供应价格，几乎不参与外部市场流通，属于封闭市场报价。互供价的制定一方面参考亚太石脑油价格基准 MOPS、MOPJ，另一方面参考国内供需情况，然后共同形成对外出厂价格。另一类则是相对市场化的地方炼厂报价，一般以一口价的形式报出，而加氢石脑油、直馏石脑油等不同的规格对应着不同的价格水平。同时，炼厂还会向外销售其他与石脑油相近的轻油组分，例如拔头油、重整油、抽余油等在石脑油加工过程中产生的副产品，这些产品也有对应的报价。

但需要注意的是，真正在内贸市场流通的石脑油数量远低于汽油、柴油的贸易数量，一方面由于我国中、大型炼厂都在进行“减油增化”，大部分石脑油组分都被炼厂深加工装置自我消化；另一方面，直接出售石脑油或相近的组分既涉及税务问题，也缺乏经济性，部分炼厂因此不倾向对外销售石脑油，这也是造成石脑油贸易量小的原因。因此，内贸石脑油的价格体系因其市场格局的特殊性与海外价格体系相差较大，二者在价格的形成机制以及反映市场情况的有效性方面有着根本差异。

图 17：中石化结算价走势图

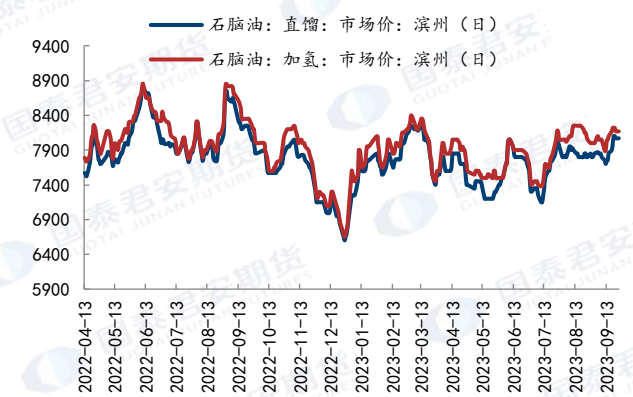
单位：元/吨



资料来源：同花顺，国泰君安期货研究

图 18：内贸石脑油价格走势图

单位：元/吨



资料来源：钢联数据，国泰君安期货研究

3.3 国际市场上常见的石脑油价差

3.3.1 石脑油市场内部价差：跨市场价差、轻重价差以及现货价格与 Strip 的价差

石脑油市场内部的价差一般以两个不同区域、不同规格或是不同报价维度的石脑油价格构成，其中最常见的是三类：东西方价差（EW Spread）、轻重石脑油价差以及各类现货价格与 MOPS Strip 的价差。

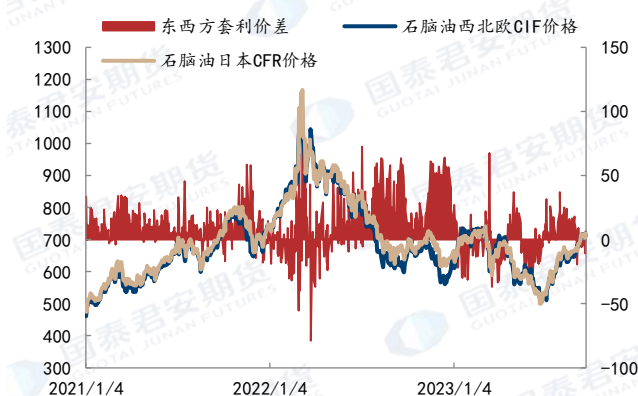
石脑油的的东西方价差一般是 CFR 日本报价与 CIF 西北欧报价的差值。当这一价差开始波动时，一般情况下是亚太市场或欧洲市场的供需缺口大小发生了显著的变化，而随着价差逐渐打开，东-西两个方向的贸易套利窗口也会打开，贸易流随之启动，最终表现在两个地区的进出口数据上。每年的三季度是亚太地区的化工装置开工高峰，意味着东方市场对于石脑油的需求会从二季度末期开始环比走强，这会带来东西价差的走阔，从而推动欧洲市场的现货向东方流动。因此，在大多数情况下，东西方价差的核心因素是亚太区域的化工装置对于原料的需求。但在某些时刻，其他方面的因素也会对价差的走势形成扰动，例如当西半球缺乏高辛烷值汽油组分时，大量的欧洲石脑油需要被送入重整装置生产重整汽油或是芳烃类化工品来满足市场需求，这时东西方价差可能就将出现反常的收窄。

轻重石脑油价差代表着轻、重两种不同规格石脑油在同一区域的强弱对比，这种强弱对比可能是供应引起的，但更多情况下是由轻重石脑油对应的不同化工产品线对原料的需求强弱对比引起的。如果芳烃系化工品或者高辛烷值汽油组分需求较好，那么重石脑油的价格走势将显著强于轻石脑油，价差就将走阔。一般情况下，由于重石脑油的应用范围较广，既能被加工为高辛烷值汽油组分，也能被加工为芳烃系化工品，与加工路线相对单一的轻石脑油相比具有更高的经济性，同时国际市场上大部分情况下以供应全馏程石脑油或轻质石脑油为主，重石脑油货量相对较少，因此重石脑油的价格一般会相对轻质石脑油显示出一定程度的溢价。

由于普氏对全球石脑油市场定价机制的垄断，石脑油也与其他油品一样，在现货价格与 MOPS Strip 之间会产生一个价差。我们在本系列报告第二篇《成品油产业链梳理系列报告（二）：燃料油篇》中讲解过普氏 Strip 价格的形成机制，即 MOPS Strip 主要应用于那些因船期不确定而无法在当下敲定报价的场景。具体来讲，当买卖双方商议成交价格时，可能采用在未来装船或交货时刻当日的 MOPS 价格作为计价基准，这个计价基准发生的时间在未来而非当下。那么普氏应如何计算并记录一个还没发生的、来自于未来的报价？首先，对于远期价格，普氏使用纸货市场上的掉期价格来标记现货贸易的远期价格。于是，在进行上述“未来”报价的记录时，普氏选择两个与结算日日期相邻月份的 MOPS 掉期合约价格，将月差按照正向或反向价差结构平均分配给两个合约所覆盖的时间段的每一天，然后根据 MOPS Strip 的窗口期起始点来确定当

日的 MOPS Strip 价格。所以，MOPS Strips 实质上是由某一日的现货价格 MOPS，加上纸货（即掉期）价格平均摊开的差值所构成的，它反映的是市场对于未来现货价格的预期。因此，既然我们可以粗略地将 MOPS Strip 价格看作一个远期价格，那么 Strip 与各类即期价格形成的价差实际上代表着即期市场与远期市场的强弱对比。一旦市场认为供需走势将随着时间的推移产生较大变化，这一价差也会随着这种预期的增强而开始波动。

图 19：东西方价差代表亚太与西北欧市场走势的强弱对比
单位：美元/吨



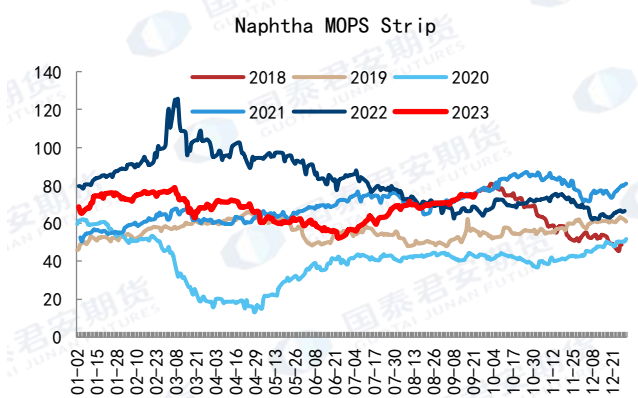
资料来源：Platts，国泰君安期货研究

图 20：轻重石脑油价差代表着裂解与重整这两个主要下游需求的强弱对比
单位：美分/加仑



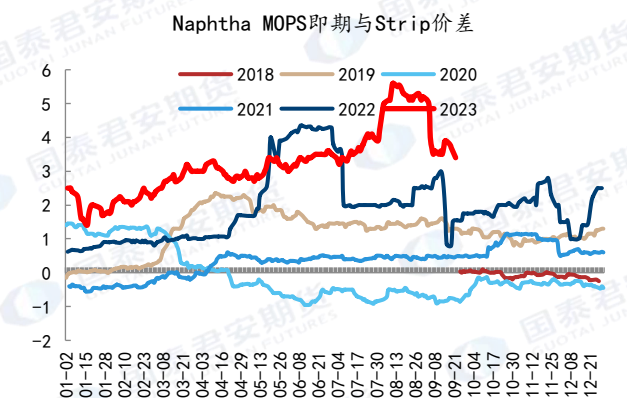
资料来源：Platts，国泰君安期货研究

图 21：MOPS Strip 可以理解作为一种基于纸货价格计算出的远期价格
单位：美元/桶



资料来源：Platts，国泰君安期货研究

图 22：MOPS 即期价格与 Strip 的价差代表即期与远期市场的强弱对比
单位：美元/桶



资料来源：Platts，国泰君安期货研究

3.3.2 跨品种价差：裂解价差、汽油-石脑油价差以及石脑油-化工品价差

裂解价差的产业逻辑在于，一旦某类油品的供应出现下滑或是需求出现扩张，其价格的大幅走强会带动此类油品相对原油的价差开始走阔，意味着炼厂炼制原油再出售油品将获得比原来更丰厚的利润；反过来说，一旦某类油品的需求滑坡或出现阶段性供应过剩，其裂解价差也会对应地收窄。但需要注意的是，将原油加工为能够供终端消费，或是能够进行大宗贸易的油品，这本身是一个冗长且复杂的流程，原油的品质如何、加工方法的收率如何、成品选择何种精制和调兑方法都会对油品的成本产生影响，其中的成本测算十分复杂，往往无法精确计量。因此裂解价差只是从绝对价格的角度进行炼油利润的粗略估计，并不是精准的炼油利润，只能相对地描述某一类油品相对原油的强弱关系。

石脑油与其他油品一样，都可以与原油价格构建成一个裂解价差组合。理论上，石脑油可以与任何原油价格构建裂解价差组合，但目前市场上关注度较高的是石脑油与布伦特或迪拜原油的裂解价差，这主要源于石脑油主要产销国的炼厂基本都采用布伦特或迪拜原油官价作为自身采购的原油定价；另外作为全球交易量最大的期货品种之一，布伦特价格的走势对全球大部分原油价格都具有很强的代表意义。除了原油价格之外，不同区域石脑油价格的选择将对应着不同区域的石脑油裂解价差的强弱，MOPS 价格与 MOPJ 价格的裂解差代表着亚太地区的情况，而 CIF 西北欧或 DAP 美湾的裂解差则分别代表西北欧以及北美市场。

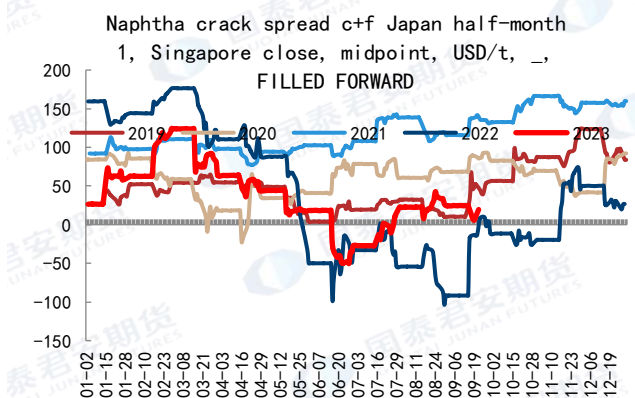
石脑油与汽油的价差也有一定的产业逻辑。一方面，汽油相对石脑油的价差走阔，意味着汽油当下供需平衡状况更好，汽油生产利润较高，这时如果将石脑油送入重整装置加工为高辛烷值组分将获得比价差走强前更好的加工经济性；另一方面，假设 Ron92 汽油与石脑油的价差持续走阔，而 Ron92 与 Ron95 的价差则相对稳定，意味着当下贸易商可使用 Ron95 汽油与辛烷值较低的石脑油进行调和从而获得辛烷值近似 Ron92 的汽油组分，而通过调兑获得的 Ron92 汽油与传统路线生产的汽油相比成本可能相对较低，可以为贸易商获得更多利润。但需要注意的是，石脑油辛烷值过低、蒸汽压过高以及具有一定硫含量等特性导致其并不是合格的汽油调和组分，现实中大部分国家的汽油调和组分仍然以重整汽油、催化汽油以及其他品质更好、更纯净的高辛烷值组分（如 MTBE、烷基化油等）为主，因此汽油和石脑油的价差往往更多地反应石脑油被加工成高辛烷值汽油组分的经济性，而非石脑油直接调兑汽油的经济性。

石脑油与化工品的价差一般情况下代表着石脑油加工为不同化工品的利润情况，这种利润计算方式与裂解价差类似，是一种粗略计算，但由于石脑油到化工的加工链条相对原油炼制到满足市场质量要求的成品油的加工链条较短，工艺流程也更加直接，因此石脑油-化工品价差相比油品的裂解价差更加贴近产业的实际情况。常见的价差包括石脑油-乙烯、石脑油-PX 以及石脑油-纯苯价差。这三种价差除了表达各自产品线以及细分市场的利润状况外，三者的高低变化对大炼化项目来说也具有很强的指导意义。由于大炼化项目往往有多条化工产线，但自身石脑油的产量和外采量又往往有限，因此如何合理分配石脑油原料，保证化工生产综合利润最大化成为了炼厂的难题。但通过参考石脑油与不同化工品的价差，炼厂可以对化工品的生产利润进行排序，然后引导石脑油资源尽量向利润高的产品线倾斜，限制低利润产品的产出，从而保证石脑油资源分配的有效性，确保化工板块的生产利润最大化。

除了上述常见的跨品种价差之外，还有一类石脑油与 LPG 的价差也非常具有观测意义。制取烯烃类化学品的蒸汽裂解装置既可以选择石脑油作为原料，也可以选择纯丙烷形态的 LPG 作为裂解原料，因此当石脑油价格显著高于 LPG 时，会导致化工装置在选择裂解原料时更多转向 LPG，从而挤压石脑油作为裂解原料的市场份额。此外，由于 LPG 往往是炼厂的炼油副产品，价格相对低廉，因此这种替代作用在石脑油价格显著走强，或烯烃类化工品利润较低导致炼厂需要控制成本的时候会迅速发生。但同时也需要注意的是，LPG 作为裂解原料时，其丙烯、丁二烯的收率可能较高，乙烯的收率却可能低于传统的石脑油路线，因此 LPG 是否会对石脑油产生替代作用，除了价差因素之外还需要考虑下游不同的化工品利润状况。

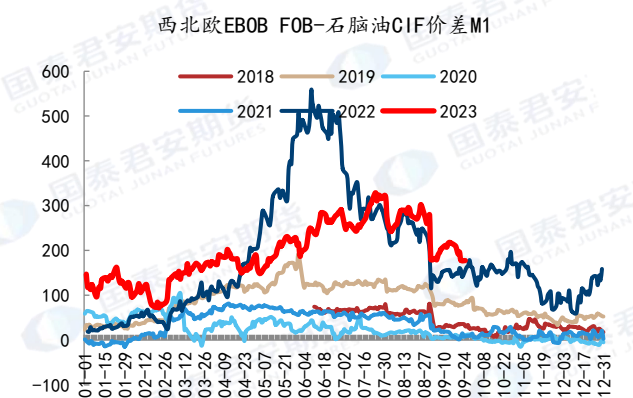
整体来看，石脑油的跨品种价差往往是从生产利润的视角代表着石脑油从自身生产、与汽油的调兑再到下游化工生产等等不同环节的生产利润和加工经济性。

图 23：石脑油的裂解价差是原油炼制石脑油利润的粗略模拟
单位：美元/吨



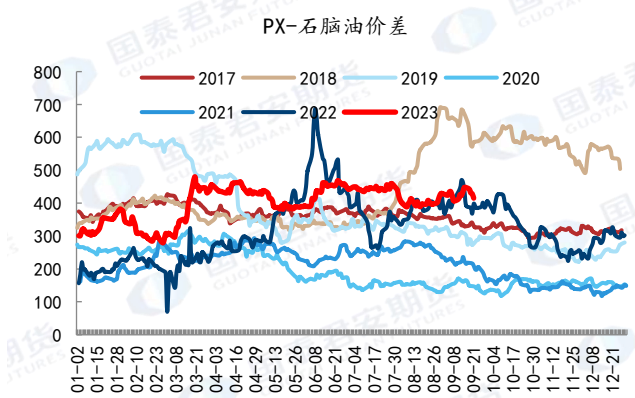
资料来源：Tian Consult，国泰君安期货研究

图 24：汽油与石脑油价差代表着将石脑油加工为高辛烷值组分的经济性
单位：美元/吨



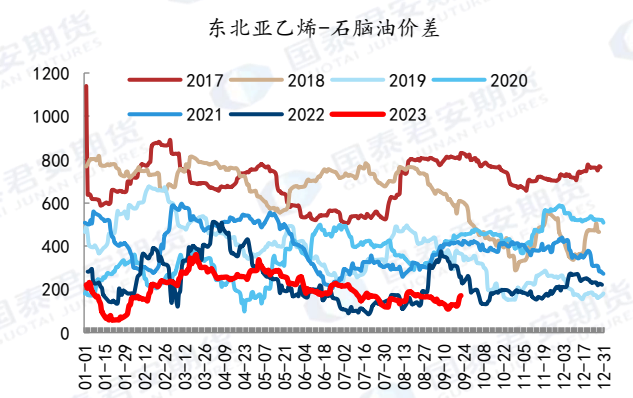
资料来源：彭博，国泰君安期货研究

图 25：PX 与石脑油价差代表着石脑油加工为 PX 的经济性
单位：美元/吨



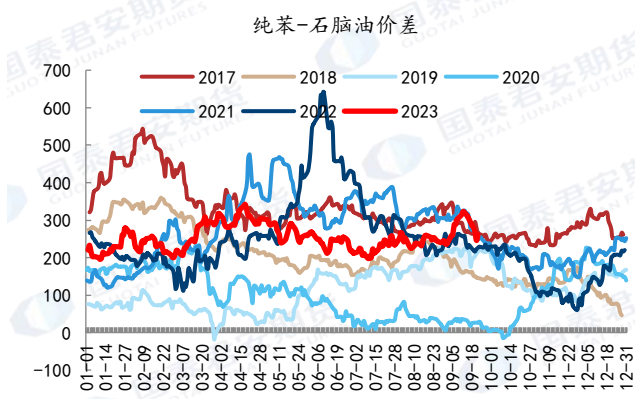
资料来源：彭博，国泰君安期货研究

图 26：乙烯与石脑油的价差代表着石脑油进入裂解装置的经济性
单位：美元/吨



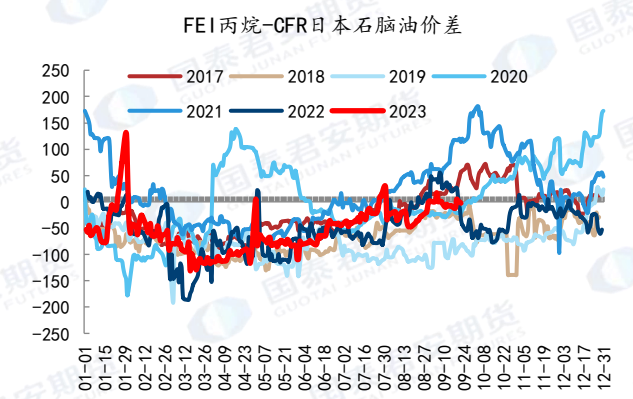
资料来源：彭博，国泰君安期货研究

图 27：纯苯与石脑油的价差代表石脑油加工为纯苯的经济性
单位：美元/吨



资料来源：彭博，国泰君安期货研究

图 28：丙烷与石脑油的价差代表着不同原料进入裂解装置的经济性
单位：美元/吨



资料来源：彭博，国泰君安期货研究

4. 石脑油的纸货与衍生品市场

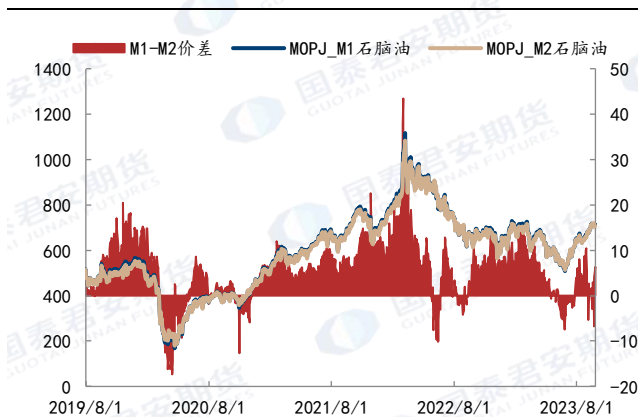
4.1 石脑油的纸货市场

国际成品油纸货市场本质上是一个进行衍生品交易的场外市场，一般情况下以现货计价为基础的，通过交易标准化合约来对冲现货贸易中的价格风险，而这些合约到期后不进行实物交割，只按照买卖价差进行现金结算。在这个市场中，交易双方的履约完全依赖于双方的信誉，而不是像场内一样依靠保证金制度和各类交易制度。因此，参与纸货市场的企业一般情况下都是国际知名度高、资信状况良好的大型企业，例如大型炼化企业、知名石化贸易商等。五大主要的成品油品类——汽油、柴油、石脑油、燃料油以及航空煤油都有自己对应的纸货市场。

国际石脑油纸货市场一般以亚太、中东和西北欧的报价为主，市场上最主要的衍生品形式是掉期(Swap)，如上文提到的一样，掉期到期并不需要实物交割，而是进行现金交割。掉期一般以不同的月份来区分不同的合约，以供交易者选择。因纸货合约能够覆盖全球主要市场、主要报价基准以及有着较为广泛的时间覆盖范围，不但炼厂、化工厂能够通过交易纸货对冲自身现货贸易中的价格风险，部分风险偏好较高的机构还能够通过交易不同月份、不同地区的纸货从而在价格、价差的波动中获取一定投机利润。

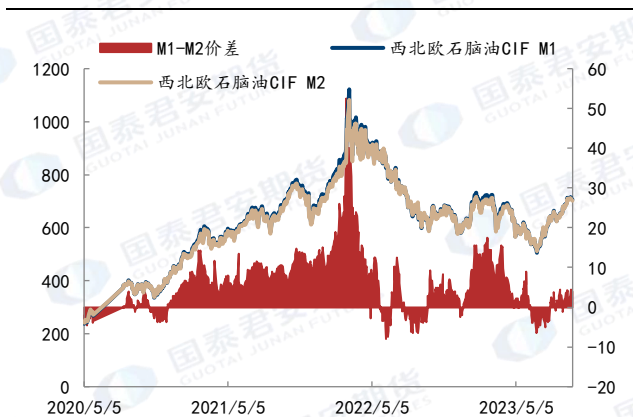
但对于实体企业来说，纸货市场也并不是十全十美的风险对冲工具。首先，纸货合约只能对冲价格的整体波动，对于使用同一计价基准，然后通过背靠背交易中成交升贴水差价来获利的贸易商来说，成交升贴水的波动则无法通过交易纸货进行对冲。其次，一个区域内的纸货合约往往只能涵盖单一的计价基准，这意味着一旦现货贸易不采用纸货标的进行计价，将无法规避价格风险。例如，某企业在石脑油现货贸易中采取普氏 C+F 韩国的计价方式，但纸货市场只有以 C+F 日本或 FOB 新加坡作为基准的合约，这时纸货与现货计价之间就会产生差价，甚至在某些情况下二者的走势还会出现背离，导致对冲效果不佳。除此之外，成交对家范围过窄、纸货计价方式与现货计价方式不一致等问题也会影响纸货市场的对冲效果。

图 29：MOPJ 纸货价格走势与月差走势图
单位：美元/吨



资料来源：彭博，国泰君安期货研究

图 30：西北欧石脑油纸货价格走势与月差走势图
单位：美元/吨



资料来源：彭博，国泰君安期货研究

4.2 石脑油的金融衍生品：ICE 与 SGX 的价格、价差衍生品体系

作为最主要的成品油品类之一，石脑油也拥有较为成熟的金融衍生品。目前，新加坡交易所 (SGX) 与洲际交易所 (ICE) 有基于普氏报价的各类衍生品，其中以 ICE 交易所的种类最为丰富。丰富程度表现在两方面，一是交易所上市品种的标的从石脑油本身，到石脑油与原油的裂解价差，再到石脑油与欧标汽油的价差以及各类化工品的价差都有所覆盖；另外，交易所有着期货、期权、掉期等多种多样的衍生品形式可供交

易者选择。

ICE 交易所的石脑油衍生品既有场内品种也有场外品种，场外品种多以掉期为主，场内品种以期货、期权合约为主。大部分 ICE 的石脑油衍生品都是以普氏定价作为基准，可交易的标的价格主要覆盖亚太和欧洲。场内与场外的合约设计在最小浮动价位、合约规模以及结算方式等方面几乎一致，不同之处一方面在于场内、场外的结算机构不同，场内的由 ICE 交易所设在不同地区的清算所负责，场外则统一由 ICE 的 OTC 结算机构负责；另一方面场内只交易期货和期权，场外只交易掉期。

除了石脑油本身价格的衍生品之外，ICE 推出了种类较多的石脑油价差合约，既有石脑油不同地区之间的现货价差合约，也有石脑油和 ICE 布伦特原油的裂解差合约，还包括石脑油与丙烷、PX 等化工品的价差合约。其中，PX-石脑油价差期货合约中，PX 价格以普氏 PX 的 CFR 台湾最高价和最低价计算平均数所得，石脑油价格取普氏 C+F 日本中间价的平均价。一份合约规模为 100 吨，结算报价单位最小为 0.001 美元/吨。值得注意的是，ICE 的价差合约涉及的不仅仅有普氏的报价，还有一部分阿格斯的报价，例如汽油-石脑油价差合约中的汽油报价就使用的是阿格斯的欧洲汽油驳船报价，丙烷-石脑油价差合约中的丙烷报价使用的也是阿格斯欧洲地区的丙烷报价。

SGX 的石脑油场内衍生品与 ICE 的衍生品有所不同，不同之处在于两点：首先，SGX 石脑油掉期、期货合约的结算价格是普氏发布的 CFR 日本评估价格在整个合约所在月份产生的算术平均数，而 ICE 则选择以每日普氏发布的现货最高价、最低价的平均数作为结算价。其次，ICE 的期货、掉期合约规则设置基本相同，但 SGX 的掉期合约规模为 1000 公吨，而期货合约的规模只有 100 公吨。

与 ICE 类似，SGX 也有石脑油的价差合约，主要以石脑油与化工品的价差合约为主。SGX 的化工品合约板块以芳烃系化工品加上乙二醇、甲醇两个品种为主。其中芳烃系包括纯苯（BZ）、对二甲苯（PX）和异构级二甲苯（MX）三个品种。其中，纯苯、对二甲苯都有和 SGX 发布的普氏石脑油 CFR 日本指数构建的价差合约。价差合约既有掉期，也有期货合约，二者的差别在于合约规模、最小变动价位以及交易方式等，与石脑油价格合约的情况类似。以对二甲苯-石脑油价差期货合约为例，其最小变动价位设置为 0.01 美元/公吨，合约规模为一手 100 吨。而掉期则为 500 吨一手。而从新交所披露的数据来看，PX-石脑油价差期货是其交易所化工板块成交量、持仓量排名第三的品种，排在对二甲苯和纯苯之后。

图 31：部分 ICE 石脑油衍生品概况

衍生品名称	衍生品种类	衍生品标的
Naphtha CIF NWE Cargoes Swap	掉期	普氏石脑油 CIF 西北欧 Cargo 价格
Naphtha Outright - Naphtha C+F Japan Cargo Future	期货	普氏石脑油 C+F 日本 Cargo 价格
Argus Eurobob OXY FOB Rotterdam Barges VS Platts Naphtha CIF NWE Cargoes Future	期货	阿格斯欧标汽油鹿特丹驳船价格与普氏石脑油 CIF 西北欧 Cargo 的价差
Naphtha CIF NWE Cargoes (Platts) Average Price Options	期权	普氏石脑油 CIF 西北欧 Cargo 月均价
Propane, Argus Far East Index (AFEI) vs Naphtha C+F Japan Cargoes (Platts) Future	期货	阿格斯远东丙烷价格指数与普氏石脑油 C+F 日本 Cargo 的价差

资料来源：ICE 官网，国泰君安期货研究

图 32: ICE 石脑油 FOB 地中海价格期货合约细节

Naphtha FOB Med Cargoes (Platts) Future	
Contract Specifications	
Description	A monthly cash settled future based on the Platts daily assessment price for Naphtha FOB Med Cargoes.
Contract Symbol	NIT
Contract Size	1,000 metric tonnes
Unit of Trading	Any multiple of 1,000 metric tonnes
Currency	US Dollars and cents
Trading Price Quotation	One cent (\$0.01) per metric tonne
Settlement Price Quotation	One tenth of one cent (\$0.001) per metric tonne

资料来源: ICE 官网, 国泰君安期货研究

图 33: ICE 石脑油 C+F 日本价格掉期合约细节

Naphtha C+F Japan Cargo Swap	
Contract Specifications	
Rule Number	13171
Contract Symbol	NJC
Contract Size	1,000 Metric Tonnes
Unit of Trading	Any multiple of 1,000 Metric Tonnes
Currency	US Dollars and cents
Trading Price Quotation	One cent (\$0.01) per metric tonne
Last Trading Day	Last Trading Day of the contract month

资料来源: ICE 官网, 国泰君安期货研究

图 34: ICE 阿格斯欧标汽油价格与普氏石脑油 CIF 西北欧价格期货合约细节

Argus Eurobob OXY FOB Rotterdam Barges VS Platts Naphtha CIF NWE Cargoes Future	
Contract Specifications	
Description	A monthly cash settled future based on the difference between the Argus daily assessment price for Euro-bob Oxy FOB Rotterdam Barges and the Platts daily assessment price for Naphtha CIF NWE Cargoes.
Contract Symbol	EON
Contract Size	1,000 metric tonnes
Unit of Trading	Any multiple of 1,000 metric tonnes
Currency	US Dollars and cents
Trading Price Quotation	One cent (\$0.01) per metric tonne
Settlement Price Quotation	One tenth of one cent (\$0.001) per metric tonne

资料来源: ICE 官网, 国泰君安期货研究

图 35: ICE 的 PX 价格与石脑油 C+F 日本价格期货合约细节

PetChem Diff à Paraxylene CFR Taiwan/China (Platts) vs Naphtha C+F Japan Cargoes (Platts) Future	
Contract Specifications	
Description	A monthly cash settled future based on the difference between the Platts daily assessment price for Paraxylene CFR Taiwan/China and the Platts daily assessment price for Naphtha C+F Japan Cargoes.
Contract Symbol	PCB
Contract Size	100 metric tonnes
Unit of Trading	Any multiple of 100 metric tonnes
Currency	US Dollars and cents
Trading Price Quotation	One cent (\$0.01) per metric tonne
Settlement Price Quotation	One tenth of one cent (\$0.001) per metric tonne

资料来源: ICE 官网, 国泰君安期货研究

图 36: SGX 目前仅有两种石脑油衍生品

Contract Name		Type	
naphtha		All	<input type="checkbox"/> A
Product	Type	Bloomberg Code	
SGX Naphtha Swap CFR Japan	Swaps	-	-
SGX Platts Naphtha CFR Japan Index Futures	Futures	PJIA Comdty DES	S

资料来源: SGX 官网, 国泰君安期货研究

图 37：SGX 目前有四种化工品与石脑油价差的衍生品

naphtha	All	<input type="checkbox"/> /
Product	Type	Bloomberg Code
SGX BZ-Naphtha Spread Futures	Futures	BNRA Comdty
SGX BZ-Naphtha Spread Swap	Swaps	-
SGX PX-Naphtha Spread Futures	Futures	PXIA Comdty
SGX PX-Naphtha Spread Swaps	Swaps	-

资料来源：SGX 官网，国泰君安期货研究

图 38：SGX 两种石脑油价格衍生品的合约规则对比

	Singapore Index	SGX Naphtha Swap CFR Japan	SGX Platts Naphtha CFR Japan Index Futures
Product Type		Swaps	Futures
Product Category		Oil	Oil
Ticker Symbol		NJ	NJF
Contract Size		1,000 MT	100 metric tonnes
Minimum Price Fluctuation		US\$0.01 per metric tonne	US\$0.01 per metric tonne
Contract Months	the current ative quarter (3 o quarter's	24 months starting with current month, with next consecutive month added upon each month's expiry.	24 months starting with current month, with next consecutive month added upon each month's expiry.

资料来源：SGX 官网，国泰君安期货研究

图 39： SGX 两种 PX-石脑油价差衍生品的合约规则对比

	n/China Futures	SGX PX-Naphtha Spread Swaps	SGX PX-Naphtha Spread Futures
Product Type		Swaps	Futures
Product Category		Petrochemicals	Petrochemicals
Ticker Symbol		PXN	PXNF
Contract Size		500 metric tonnes	100 metric tonnes
Minimum Price Fluctuation		US\$0.01 per metric tonne	US\$0.01 per metric tonne
Contract Months	current month, month added upon	24 months starting with current month, with next consecutive month added upon each month's expiry.	24 months starting with current month, with next consecutive month added upon each month's expiry.
Quotation		US\$ per tonne	US\$ per tonne

资料来源：SGX 官网，国泰君安期货研究

图 40：从 SGX 数据来看，PX—石脑油价差合约是 SGX 化工板块交易量第三大的合约

SUMMARY 概要	Paraxylene (PX) 对二甲苯	Benzene (BZ) 纯苯	PX-Naphtha Spread (PXN) 对二甲苯- 石脑油价差	Benzene- Naphtha Spread (BZN) 纯苯- 石脑油价差	Styrene Monomer (SMC) 苯乙烯	Monoethylene Glycol (MEG) 乙二醇	Methanol (MT) 甲醇	Isomer MX (MX) 异构级二 甲苯
Trades done for the week 本周成交量	121.8kt	86.5kt	2.5kt	2.0kt	0.0kt	9.4kt	0.0kt	0.0kt
Aug-23 Volume 8月成交量	655.1kt	323.0kt	49.9kt	4.0kt	15.0kt	52.1kt	0.0kt	0.0kt
MTD Volume 本月至今成交量	122.7kt	86.5kt	2.5kt	2.0kt	0.0kt	9.4kt	0.0kt	0.0kt
2022 Volume 2022年成交量	4,473.7kt	3,963.0kt	252.5kt	217.1kt	217.0kt	706.3kt	0.0kt	4.0kt
YTD Volume 本年至今成交量	4,654.6kt	2,893.4kt	372.6kt	165.0kt	50.0kt	470.6kt	0.0kt	26.0kt
MTD/YTD Open Interest (OI) 持仓量	820.6kt	185.4kt	101.3kt	4.5kt	12.0kt	193.6kt	0.0kt	6.0kt

资料来源：SGX 官网，国泰君安期货研究

5. 总结

本篇报告我们深刻总结了石脑油作为一种石化产品的生产工艺和加工工艺，然后再从全球市场的视角出发，梳理了国际市场上主要的生产国和消费国，随后对国内石脑油的供需格局进行了大致介绍。接下来，报告着重介绍了以普氏报价为核心的石脑油现货报价体系，以及石脑油市场常见的、时常被研究和观测的价差，同时也对这些价差所蕴含的现实意义和产业逻辑进行了盘点。这些价差既包含了石脑油市场内部的价差，也包含了石脑油与其他油品、化工品的价差。最后我们介绍了目前国际上较为成熟的石脑油纸货与衍

生品市场的基本情况，包括这些衍生品的标的情况以及交易规则。

在本篇结束后，我们本系列的后续报告将继续梳理成品油板块中与石脑油相比贸易规模更大、市场体系更复杂的汽油和柴油，敬请期待。

本公司具有中国证监会核准的期货交易咨询业务资格

本内容的观点和信息仅供国泰君安期货的专业投资者参考。本内容难以设置访问权限，若给您造成不便，敬请谅解。若您并非国泰君安期货客户中的专业投资者，请勿阅读、订阅或接收任何相关信息。本内容不构成具体业务或产品的推介，亦不应被视为相应金融衍生品的投资建议。请您根据自身的风险承受能力自行做出投资决定并自主承担投资风险，不应凭借本内容进行具体操作。

分析师声明

作者具有中国期货业协会授予的期货投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的期货标的的价格可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指的研究服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为做出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

版权声明

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国泰君安期货研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的期货品种。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。