

PX 专题报告（一）：PX 介绍与产业链基础

通惠期货研发部

李英杰

从业编号：F03115367

投资咨询：Z0019145

手机：18516056442

liyingjie@thqh.com.cn

www.thqh.com.cn

报告前言：

2023年9月15日对二甲苯期货首批上市交易合约PX2405、PX2406、PX2407、PX2408和PX2409的挂牌基准价为9550元/吨。郑商所出于产业链企业规避经营风险、确立人民币定价体系、完善产业链品种体系这三方面的考虑，上市了PX期货与期权，由此可以提供连续公开权威透明的PX期货价格，填补人民币定价的空白，提升国际影响力。PX是连接石化与聚酯的中间产品，此前聚酯产业已有PTA、MEG、短纤三大期货品种，PX若上市，聚酯产业链市场将进一步向上游打通，发挥品种集聚效应，提高服务聚酯产业水平。作为系列报告之一，本篇主要介绍了PX基础知识及产业链，梳理了PX的生产流程及生产工艺概况。

报告要点：

对二甲苯由原油加工而来，是一种重要的有机化工原料，位于石化产业链末端和聚酯化纤产业链初端，连接上游原油和下游精对苯二甲酸（PTA），是能源与化工的重要中间品。

从上游来看，PX是典型油化工产品，生产路径以“原油-重石脑油-甲苯/二甲苯-对二甲苯”为主线。而我国的资源禀赋是“贫油富煤少气”，故发展煤制甲醇并进一步制备烯烃芳烃，来部分替代石油，已经成为现代煤化工产业高速发展的必然选择。甲醇甲苯制对二甲苯联产低碳烯烃技术是一种较为适宜的选择，以煤基甲醇和煤焦油中的甲苯（或/和苯）为原料，直接同时高选择性生产PX和低碳烯烃。

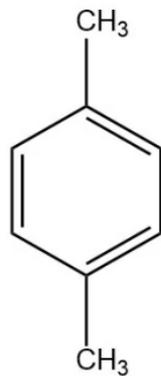
从下游来看，PX的下游产品结构比较单一，与聚酯产业和调油需求密切相关。大约有98%以上的PX被用于生产PTA（精对苯二甲酸），其中又有96%以上的PTA被用于生产PET（聚酯），其中有小部分的PX被用于DMT（对苯二甲酸二甲酯）和涂料。芳烃调油需要考虑经济性，当汽油型重整利润高于芳烃型重整利润或者其他高辛烷值调油组分的价格大于甲苯、二甲苯的价格时，炼厂会转向调油，从而对芳烃原料的供应端产生影响。

一、PX 介绍

对二甲苯，英文名称 Para-Xylene，简称 PX，由原油、石脑油或混二甲苯炼化制得，是一种芳烃化合物。对二甲苯主要用于生产精对苯二甲酸（PTA），是化纤纺织品的核心原材料。

常温下，PX 是具有芳香味的无色透明液体，不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、氯仿等多数有机溶剂。对二甲苯分子式为 C_8H_{10} ，分子量为 106.17，熔点为 $13.2^{\circ}C$ ，常温下为无色透明液体，低温时呈无色片状或棱柱体结晶。其毒性略高于乙醇；可燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，爆炸极限为 1.1%至 7.0%(体积)，故 PX 储运应远离火种和火源，使用容器密封，与氧化剂、酸类分开存放。对二甲苯产品标准化程度高，目前市场上流通的对二甲苯几乎全部为优等品，海关税则号为 29024300。

图 1：对二甲苯结构式



资料来源：《有机化学》

图 2：PX 工厂

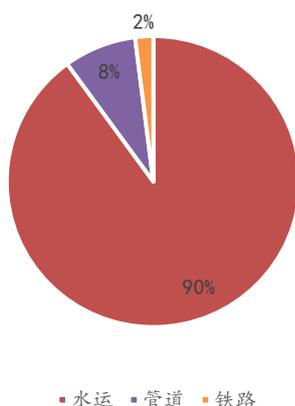


数据来源：中国化工报，中国石化海南炼化 2#芳烃项目

目前，我国液体化工储罐主要分布在宁波、无锡、珠海、大连等地，主要为对二甲苯上下游企业自有储罐和装卸港口码头中转储罐。PX 的运输方式，对二甲苯运输方式包括水运、陆运和管道运输等，管道运输成本最低，水运次之，陆运成本相对较高。国内沿长江及临港区域企业，多采用水运方式，通过海运送达港口，卸至港口储罐，再根据实际需要，通过陆运或者管道输送至终端用户。陆运通常为公路运输，使用符合运输危险化学品资质的槽车运输，运输半径一般在 300 公里以内，长途运输较少。管道运输主要用于配套的上下游工厂、港口周转储罐与 PTA 工厂之间的对二甲苯运输。

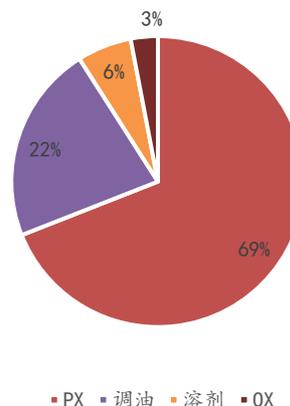
对二甲苯的两个甲基位于苯环对位，与邻二甲苯、间二甲苯同为二甲苯的异构体。二甲苯 (C_8H_{10}) 是由 45%~70%的间二甲苯 (MX)、15%~25%的对二甲苯 (PX) 和 10%~15%的邻二甲苯 (OX) 三种异构体所组成的混合物，其中用量最大的是对二甲苯 (PX)，MX 广泛用于涂料、树脂、染料、油墨医药等行业做溶剂，但主要也是作为高辛烷值汽油组分，或用于化工用途通过歧化生产 PX，98%的 PX 用于生产 PTA，终端主要应用于纺织服装、饮料包装等领域。

图 3: PX 运输方式占比



资料来源: 钢联, 隆众

图 4: 二甲苯下游分布



数据来源: 卓创资讯

二、PX 产业链

对二甲苯由原油加工而来, 是一种重要的有机化工原料, 位于石化产业链末端和聚酯化纤产业链初端, 连接上游原油和下游精对苯二甲酸 (PTA), 是能源与化工的重要中间品。

(1) 上游: PX 是典型油化工产品, 生产路径以“原油-重石脑油-甲苯/二甲苯-对二甲苯”为主线。而我国的资源禀赋是“贫油富煤少气”, 故发展煤制甲醇并进一步制备烯烃芳烃, 来部分替代石油, 已经成为现代煤化工产业高速发展的必然选择。

PX 上游源头为原油, 直接原料来源是混二甲苯 (MX), 目前生产 PX 主要有三种工艺模式: 分别为 MX 制 PX、石脑油制 PX 和凝析油制 PX。

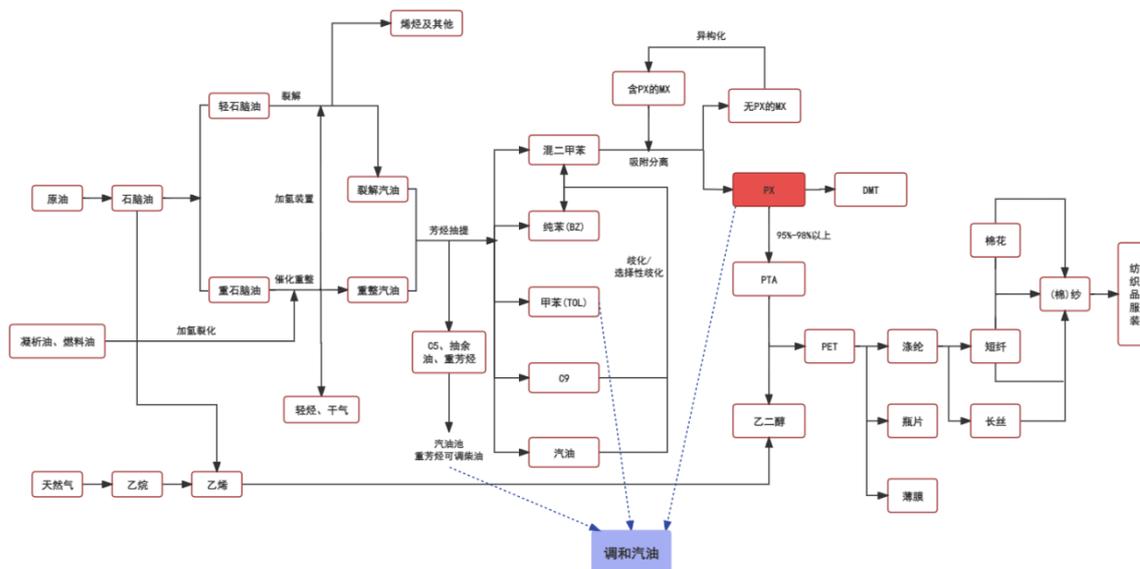
MX 制 PX 为短流程工艺, 主要是通过吸附分离法, 把含有 PX/MX/OX 和乙苯的混二甲苯产品, 先吸附 PX 再解吸 PX, 得到分离的效果, 剩余产品再过去异构化获得富含 PX 的液体, 不断重复吸附分离获得 PX。目前海南炼化 2#, 中化弘润等项目采用此工艺制 PX。

石脑油制 PX 属于长流程制工艺, 主要装置为芳烃联合装置, 石脑油分离出轻石脑油和重石脑油。炼厂会根据主力产品的不同来选择石脑油的切割沸程, 若主要产品是烯烃, 则切割轻石脑油多一些, 切割沸程较低, 在 0 到 100 摄氏度之间; 若主要目的是芳烃就需要切割更高沸程的石脑油。轻石脑油裂解是芳烃抽取出混二甲苯, 吸附分离 PX; 重石脑油是重整抽取出汽油、纯苯、甲苯、C9、混二甲苯等, 其中甲苯和 C9 歧化得到纯苯和混二甲苯, 混二甲苯吸附分离得到 PX。国内一体化装置均为石脑油制工艺。

凝析油/燃料油制 PX 也属于长流程工艺。相对于石脑油制 PX 的长流程, 增加了减压蒸馏和加氢裂化的流程, 其余的流程与石脑油制 PX 一致。目前福化、中金石化等采用此工艺制 PX。



图 5: PX 主要工艺



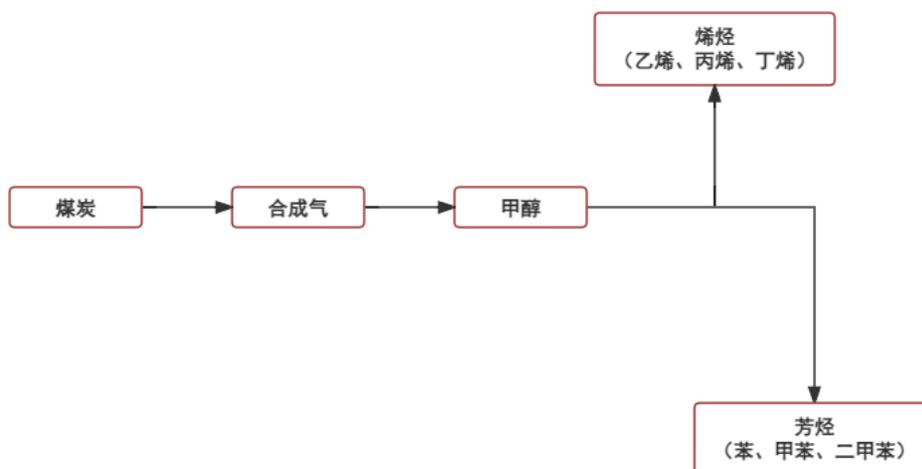
数据来源：《石油化工生产技术》、CCF、通惠期货研发部整理

上述传统的PX生产方式强烈依赖于石油资源，而我国化石能源的资源禀赋是煤炭相对丰富，石油、天然气短缺。煤炭作为基础能源，在我国一次能源的生产与消费中仍将长期居于主导地位，发展煤制烯烃、芳烃（主要是PX）等化学品具有战略意义。以煤为原料经合成气生产甲醇，甲醇在特定催化剂上反应，生产烯烃和芳烃工艺已开发成功，工艺流程如图6所示，发展煤制甲醇并进一步制备烯烃芳烃，来部分替代石油，已经成为现代煤化工产业高速发展的必然选择。当前，煤制芳烃的技术路线主要有：合成气直接转化为芳烃（STA）、甲醇制芳烃（MTA）、甲苯与甲醇烷基化、苯与合成气烷基化。

甲醇制芳烃技术存在原料和产品的碳氢平衡（副产烷烃，导致芳烃收率难以提高）以及主要产品为混合芳烃（还需要配套二甲苯异构化、甲苯歧化和烷基转移技术才能生产PX）的问题，导致整个甲醇制PX技术的整体工艺设备多、路线长、投资大，经济效益不理想。因此，甲醇甲苯制对二甲苯联产低碳烯烃技术是一种较为适宜的选择，以煤基甲醇和煤焦油中的甲苯（或/和苯）为原料，直接同时高选择性生产PX和低碳烯烃。PX选择性高，无需复杂的吸附分离或多级深冷结晶分离即可获得高纯度的PX产品，PX产品可进一步氧化精制对苯二甲酸（PTA），并与煤化工产业聚集区生产的乙二醇结合，生产终端聚酯（PET）产品，从而实现从煤出发到终端聚酯产品的全产业链。甲醇甲苯制PX联产低碳烯烃技术联产的低碳烯烃可分离后进一步转化制下游化学品，也可直接输送至煤化工产业聚集区当地的煤制烯烃装置。



图 6：煤制烯烃芳烃技术路线示意图

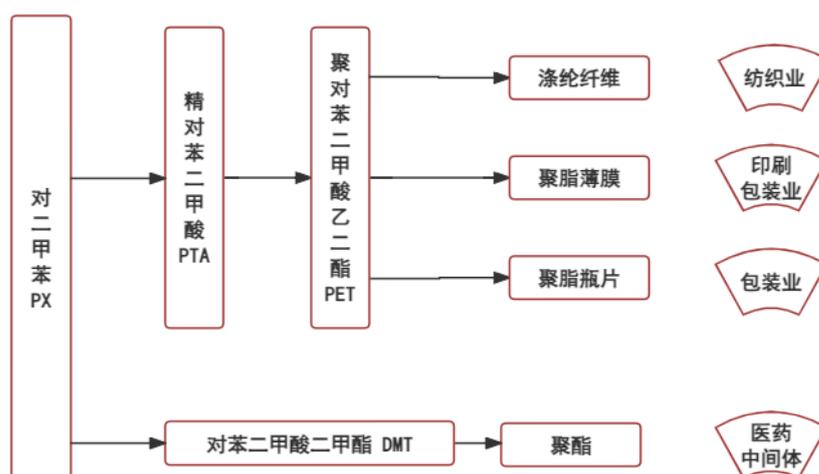


数据来源：《对二甲苯生产技术研究进展及发展趋势》、通惠期货研发部整理

(2) 下游：PX 的下游产品结构比较单一，与聚酯产业和调油需求密切相关

PX 的下游产品结构比较单一，大约有 98% 以上的 PX 被用于生产 PTA（精对苯二甲酸），其中又有 96% 以上的 PTA 被用于生产 PET（聚酯），其中有小部分的 PX 被用于 DMT（对苯二甲酸二甲酯）和涂料。聚酯可用于生产涤纶纤维、聚酯瓶片和聚酯薄膜，进而应用于纺织、包装等领域。涤纶纤维是第一大合成纤维品种，除应用于服装家纺等纺织领域，还应用于轮胎、运输带、消防水管、帘布、无纺布等领域。

图 7：PX 主要用途



数据来源：郑商所、公开资料、通惠期货研发部整理

在生产工艺上，PX 是由二甲苯异构化或甲苯歧化得到的，而二甲苯和甲苯在提升油品质量方面也有重要的作用。目前通行的降低汽油中含硫量的做法是加氢脱硫，通过将油品中的硫分变成硫化氢过滤的方法，减少汽车尾气对空



气的污染。在实际生产中，就常常利用 PX 生产中富余的氢作为汽油加氢脱硫的原料。但是脱硫会降低汽油辛烷值，辛烷值是衡量汽油抗震爆能力的指标，汽油的辛烷值越高，抗爆性就越好，发动机就可以用更高的压缩比，这样既可提高发动机功率，增加行车里程数，又可节约燃料，提高汽油的经济性。调和汽油所需要的高辛烷值添加剂主要包括烷基化油、混合芳烃和 MTBE 三大类；其中在美国，MTBE 因为环保、健康等原因被禁用；混合芳烃具有辛烷值高、RVP 值低的特点，特别是夏季汽油因较低的 RVP 值要求，会季节性增加对于重整汽油及混合芳烃的需求。

在整条加工链条内，主要有以下三个步骤可得到调和汽油的组分：重整汽油芳烃抽提后可以调和汽油；混芳(苯、甲苯、二甲苯)可以吸附分离得到 PX 纯苯可以调油；甲苯、二甲苯可歧化/异构化，也可以调油。其中重整汽油和裂解汽油是芳烃生产的重要来源。但是芳烃调油需要考虑经济性，当汽油型重整利润高于芳烃型重整利润或者其他高辛烷值调油组分的价格大于甲苯、二甲苯的价格时，炼厂会转向调油，从而对芳烃原料的供应端产生影响。如果在汽油调和过程中有更多比例的重整汽油和裂解汽油进入，则芳烃的来源将会减少。虽然用于生产芳烃的重整油转为调油的边际变化量对于汽油供应来说微不足道，但对于芳烃的供应影响是非常巨大的。

三、PX 品质要求

我国对二甲苯期货合约规定的基准交割品需要满足《中华人民共和国石油化工行业标准石油对二甲苯》(SH/T 1486.1-2008)优等品质量标准，且氯含量 $\leq 1.0\text{mg/kg}$ ，氯含量指标按照 SH/T 1757-2006 (2021) 标准执行。目前，市场上流通的对二甲苯几乎全部达到行业标准中的优等品指标要求，部分企业指标甚至优于优等品标准。

我国现行对二甲苯质量标准的检验项目包括纯度、非芳烃含量、其他芳烃含量等共 12 项指标，其中纯度为核心指标，外观、颜色、馏程等为侧面检测纯度指标。非芳烃、甲苯、乙苯、间二甲苯、邻二甲苯为对二甲苯生产过程中的副产物，用于测量留存物。酸洗比色用于测量杂质。溴指数用于测量不饱和键含量。

表 1：中国石油化工行业标准石油对二甲苯 SH/T 1486.1-2008

序号	项目	单位	指标		试验方法
			优等品	一等品	
1	外观	% (m/m)	清澈透明，无机械杂质、无游离水		目测 ^a
2	纯度 ^b	% (m/m)	99.7	99.5	SH/T1489、SH/T1486.2



3	非芳 ^b	% (m/m)	0.10		SH/T1489、 SH/T1486.2
4	甲苯含量 ^b	% (m/m)	0.10		SH/T1489、 SH/T1486.2
5	乙苯含量 ^b	% (m/m)	0.20	0.30	SH/T1489、 SH/T1486.2
6	间二甲苯含量 ^b	% (m/m)	0.20	0.30	SH/T1489、 SH/T1486.2
7	邻二甲苯含量 ^b	% (m/m)	0.10		SH/T1489、 SH/T1486.2
8	颜色 (Pt-Co)	号	10		GB/T3143
9	酸洗比色		酸层颜色应不深于重铬酸钾含量为 0.1g/L 标准比色液的颜色		GB/T2012
10	溴指数 ^c	mgBr/100g	200		SH/T1551、 SH/T1767
11	总硫含量	Mg/KG	1.0	2.0	SH/T1147
12	馏程 (101.3Kpa 下, 包括 138.3℃)	℃	1.0		GB/T3146

a 在 18.3℃~25.5℃进行目测

b 在有异议时, 以 SH/T1489 方法测定结果为准

c 在有异议时, 以 SH/T1551 方法测定结果为准

分析师承诺

本人(或研究团队)以勤勉的职业态度,独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了本人(或研究团队)的研究观点。本人(或研究团队)不曾因,不因,也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

免责声明

客户不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户,不构成客户私人咨询建议。本公司不确保本报告充分考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况,以及(若有必要)咨询独立投资顾问。

在任何情况下,本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下,本公司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责。

若本报告的接收人非本公司的客户,应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

咨询热线: 021-68864915

地址: 上海市浦东新区陆家嘴西路 99 号万向大厦 7 楼

邮编: 200120

电话: 021-68866986 传真: 021-68866985

