

的石油化工基础知识（全面）

石油化工基础知识

石油化工的基础原料 天然气化工 100×10^4 t 原油加工的化工原料

炼油厂的分类 原油评价试验 炼厂的一、二、三次加工装置

辛烷值 十六烷值 催化裂化主要化学反应

焦化及其产品 加氢裂化的主要原料及产品 催化重整工艺在炼油工业中的重要地位

溶剂脱沥青在炼厂中的地位 国内外脱蜡工艺方法 乙烯的主要用途

丙烯的主要用途 丁烯的用途 丁乙烯的用途

苯的主要用途 我国的化肥品种 酚精炼及在炼厂中的地位

流体的流量与流速种类 重度、密度、比重 粘度

当前车用汽油牌号 含铅汽油的毒性 当前柴油的品级和牌号

企业能量平衡技术指标

石油化工的基础原料

石油化工的基础原料有 4 类：炔烃（乙炔）、烯烃（乙烯、丙烯、丁烯和丁二烯）、芳烃（苯、甲苯、二甲苯）及合成气。由这些基础原料可以制备出各种重要的有机化工产品 and 合成材料

天然气化工

以天然气为原料的化学工业简称天然气化工。其主要内容有：1) 天然气制碳黑；2) 天然气提取氮气；3) 天然气制氢；4) 天然气制氨；5) 天然气制甲醇；6) 天然气制乙炔；7) 天然气制氯甲烷；8) 天然气制四氯化碳；9) 天然气制硝基甲烷；10) 天然气制二硫化碳；11) 天然气制乙烯；12) 天然气制硫磺等。

100×10^4 t 原油加工的化工原料

据资料统计， 100×10^4 t 原油加工可产出：乙烯 15×10^4 t，丙烯 9×10^4 t，丁二烯 2.5×10^4 t，芳烃 8×10^4 t，汽油 9×10^4 t，燃料油 47.5×10^4 t。

炼油厂的分类

可分为 4 种类型。1) 燃料油型生产汽油、煤油、轻重柴油和锅炉燃料。2) 燃料润滑油型除生产各种燃料油外，还生产各种润滑油。3) 燃料化工型以生产燃料油和化工产品为主。4) 燃料润滑油化工型它是综合型炼厂，既生产各种燃料、化工原料或产品同时又生产润滑油。

原油评价试验

当加工一种原油前，先要测定原油的颜色与气味、沸点与馏程、密度、粘度、凝点、闪点、燃点、自燃点、残炭、含硫量等指标，即是原油评价试验。

炼厂的一、二、三次加工装置

把原油蒸馏分为几个不同的沸点范围(即馏分)叫一次加工；将一次加工得到的馏分再加工成商品油叫二次加工；将二次加工得到的商品油制取基本有机化工原料的工艺叫三次加

工。一次加工装置：常压蒸馏或常减压蒸馏。二次加工装置：催化、加氢裂化、延迟焦化、催化重整、烷基化、加氢精制等。三次加工装置：裂解工艺制取乙烯、芳烃等化工原料。

辛烷值

辛烷值是表示汽油在汽油机中燃烧时的抗震性指标。常以标准异辛烷值规定为 100，正庚烷的辛烷值规定为零，这两种标准燃料以不同的体积比混合起来，可得到各种不同的抗震性等级的混合液，在发动机工作相同条件下，与待测燃料进行对比。抗震性与样品相等的混合液中所含异辛烷百分数，即为该样品的辛烷值。汽油辛烷值大，抗震性好，质量也好。

十六烷值

十六烷值就是表示柴油在柴油机中燃烧时的自燃性指标。常以纯正十六烷的十六烷值定为 100，纯甲基萘的十六烷值定为零，以不同的比例混合起来，可以得到十六烷值 0 至 100 的不同抗爆性等级的标准燃料，并在一定结构的单缸试验机上与待测柴油做对比。

催化裂化主要化学反应

1) 裂化反应。裂化反应是 C-C 键断裂反应，反应速度较快。2) 异构化反应。它是在分子量大小不变的情况下，烃类分子发生结构和空间位置的变化。3) 氢转移反应。即某一烃分子上的氢脱下来，立即加到另一烯烃分子上，使这一烯烃得到饱和的反应。4) 芳构化反应。芳构化反应是烷烃、烯烃环化后进一步氢转移反应，反应过程不断放出氢原子，最后生成芳烃。

焦化及其产品

焦化是使重质油品加热裂解聚合变成轻质油、中间馏分油和焦炭的加工过程。产品有：1) 气体；2) 汽油；3) 柴油；4) 蜡油；5) 石油焦。

加氢裂化的主要原料及产品

加氢裂化的主要原料是重质馏分油，包括催化裂化循环油和焦化馏出油等。它的产品主要是优质轻质油品，特别是生产优质航空煤油和低凝点柴油。

催化重整工艺在炼油工业中的重要地位

这是因为它有三方面的功能：一是能把辛烷值很低的直馏汽油变成 80 至 90 号的高辛烷值汽油。二是能生产大量苯、甲苯和二甲苯，这些都是生产合成塑料、合成纤维和合成橡胶的基本原料。三是可副产大量廉价氢气。

溶剂脱沥青在炼厂中的地位

溶剂脱沥青装置既是生产重质润滑油的龙头装置，又是一个重油加工装置，它在炼厂中占有很重要的地位。减压渣油经溶剂脱沥青装置后，脱除沥青质、胶质和含金属的非烃化合物。脱沥青油既可做重质润滑油原料，又可做催化裂化原料；脱油沥青直接调合成道路沥青或氧化成建筑沥青，重质润滑油料在脱蜡后还可生产地蜡。

国内外脱蜡工艺方法

冷榨脱蜡、混合溶剂脱蜡、分子筛脱蜡、尿素脱蜡、细菌脱蜡、催化临氢降凝及喷雾脱蜡等方法。

乙烯的主要用途

乙烯用量最大的是生产聚乙烯，约占乙烯耗量的 45%；其次是由乙烯生产的二氯乙烷和氯乙烯；乙烯氧化制环氧乙烷和乙二醇。另外乙烯炔化可制苯乙烯，乙烯氧化制乙醛、乙烯合成酒精、乙烯制取高级醇。

丙烯的主要用途

丙烯用量最大的是生产聚丙烯，另外丙烯可制丙烯腈、异丙醇、苯酚和丙酮、丁醇和辛醇、丙烯酸及其脂类以及制环氧丙烷和丙二醇、环氧氯丙烷和合成甘油等。

丁烯的用途

丁烯的利用是以混合丁烯生产高辛烷值汽油组分为主，约占丁烯消费量的 60%，另有 11% 的混合丁烯用作工业或民用燃料。用作石油化工原料的丁烯仅占丁烯消费量的 29%，其中正丁烯主要用于丁二烯的生产，其余用于生产顺丁烯二酸酐和仲丁醇、庚烯、聚丁烯、乙酸酐等。

丁二烯的用途

丁二烯是合成橡胶和合成树脂的重要单体。由于二烯可生产顺丁橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶、也可生产聚丁二烯、ABS、BS 等树脂。此外还可生产丁二醇、己二胺(尼龙的单体)。

苯的主要用途

苯的最大用途是作为生产苯乙烯的单体原料，约占世界苯消耗量的 50%。环己烷和苯酚也是苯重要消费领域。二者各占苯消费量的 15%-18%。此外，苯胺、烷基苯、顺丁烯二酸酐也都是由苯生产的重要衍生物。

我国的化肥品种

有尿素、硝酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、氨水、液氨、硫酸铵、重过磷酸钙、普钙、钙镁磷肥、磷酸铵、氯化钾、硫酸钾、微量元素肥料、腐殖酸类肥料等。

酚精炼及在炼厂中的地位

目的是除去润滑油中非理想组分、提高油品的抗氧化安定性，改善油品的粘温性能和色度，降低酸值和残炭值。地位：酚精制是润滑油生产的一个重要生产工序。从蒸馏来的减压二、三、四线和丙烷脱沥青来的残渣油料，首先经过酚精炼、然后经脱蜡，补充精制，调合生产成品润滑油。因此，酚精炼在炼厂的润滑油生产中占有很重要的地位。

流体的流量与流速种类

流体的流量和流速，可分为质量流量、质量流速与体积流量、体积流速两种。质量流量是，单位时间内流过管道或设备的任一截面上的流体质量。质量流量通常用符号 G 表示，单位为 kg/s 。体积流量是，单位时间内流过管道或设备的任一截面上的流体体积。体积流量通常用符号 V 表示，单位为 m^3/s 。质量流速是，单位时间内，管道或设备的单位截面上流过的流体质量。通常用符号 WG 表示，单位为 $\text{kg/s}\cdot\text{m}^2$ 。体积流速是，单位时间内，管道或设备的单位截面流过的流体体积。体积流速通常用符号 WV 表示，单位为 $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ 或 m/s 。

重度、密度、比重

单位体积的物料所具有的重量，称为重度，单位： kg/m^3 。单位体积内所具有的物质质

量称为密度，单位： g/cm^3 。比重是指物质的重量与同体积的纯水在 4°C 时的重量之比。液体比重是指相同体积的液体重量与水的重量之比，是一没有单位的数值。

粘度

流体在流动时，相邻流体层间存在着相对运动，则该两流体层间会产生摩擦阻力，称为粘滞力。粘度是用来衡量粘滞力大小的一个物性数据。粘度有动力粘度，其单位：帕斯卡秒 ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)；运动粘度是在工程计算中，物质的动力粘度与其密度之比，其单位为： (m^2/s) 。在石油工业中还使用 恩氏粘度，它不是上面介绍的粘度概念。而是流体在恩格拉粘度中直接测定的读数。

当前车用汽油牌号

90#、93#和 97#三个牌号，仍保留 70#老牌号。汽车的压缩比为 7.0 以下的东风、解放等老式汽车用 70#车用汽油。汽车的压缩比在 7.0 以上的新式汽车如：桑塔那、奥迪、解放 CA141、跃进 NJG131 等小轿车用 90#汽油。

含铅汽油的毒性

四乙基铅有强烈的毒性，它通过皮肤、呼吸道或食道进入人体并不易排出，积累一定程度就有中毒现象，轻度引起失眠、恶心、头痛、血压降低等，严重时会导致死亡。

当前柴油的品级和牌号

有优级品、一级品、合格品。牌号有 10#、0#-10#、-20#、-35#、-50#。

企业能量平衡技术指标

主要有 4 项技术指标：1) 单位能耗：单位产量或单位产值的某种能源消耗量；2) 单位综合能耗：单位产量或单位产值的综合能耗量，以吨标准煤/t、t 标准煤/ $\times 10^4 \text{ m}$ 或吨标准/ $\times 10^4$ 元表示；3) 设备效率：有效能量/供给能量 $\times 100\%$ ；4) 企业能源利用：企业有效利用能量/企业总综合能耗量 $\times 100\%$ 。

一、石油化学工业的含义

石油化学工业简称石油化工，是化学工业的重要组成部分，在国民经济的发展中有重要作用，是我国的支柱产业部门之一。石油化工指以石油和天然气为原料，生产石油产品和石油化工产品的加工工业。石油产品又称油品，主要包括各种燃料油（汽油、煤油、柴油等）和润滑油以及液化石油气、石油焦炭、石蜡、沥青等。生产这些产品的加工过程常被称为石油炼制，简称炼油。石油化工产品以炼油过程提供的原料油进一步化学加工获得。生产石油化工产品的第一步是对原料油和气（如丙烷、汽油、柴油等）进行裂解，生成以乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯为代表的基本化工原料。第二步是以基本化工原料生产多种有机化工原料（约 200 种）及合成材料（塑料、合成纤维、合成橡胶）。这两步产品的生产属于石油化工的范围。有机化工原料继续加工可制得更多品种的化工产品，习惯上不属于石油化工的范围。在有些资料中，以天然气、轻汽油、重油为原料合成氨、尿素，甚至制取硝酸也列入石油化工。本书只列到尿素。

二、石油化工的发展

石油化工的发展与石油炼制工业、以煤为基本原料生产化工产品和三大合成材料的发展

有关。石油炼制起源于 19 世纪 20 年代。20 世纪 20 年代汽车工业飞速发展，带动了汽油生产。为扩大汽油产量，以生产汽油为目的热裂化工艺开发成功，随后，40 年代催化裂化工艺开发成功，加上其他加工工艺的开发，形成了现代石油炼制工艺。为了利用石油炼制副产品的气体，1920 年开始以丙烯生产异丙醇，这被认为是第一个石油化工产品。20 世纪 50 年代，在裂化技术基础上开发了以制取乙烯为主要目的的烃类水蒸汽高温裂解（简称裂解）技术，裂解工艺的发展为发展石油化工提供了大量原料。同时，一些原来以煤为基本原料（通过电石、煤焦油）生产的产品陆续改由石油为基本原料，如氯乙烯等。在 20 世纪 30 年代，高分子合成材料大量问世。按工业生产时间排序为：1931 年为氯丁橡胶和聚氯乙烯，1933 年为高压法聚乙烯，1935 年为丁腈橡胶和聚苯乙烯，1937 年为丁苯橡胶，1939 年为尼龙 66。第二次世界大战后石油化工技术继续快速发展，1950 年开发了腈纶，1953 年开发了涤纶，1957 年开发了聚丙烯。石油化工高速发展的原因是：有大量廉价的原料供应（50 ~ 60 年代，原油每吨约 15 美元）；有可靠的、有发展潜力的生产技术；产品应用广泛，开拓了新的应用领域。原料、技术、应用三个因素的综合，实现了由煤化工向石油化工的转换，完成了化学工业发展史上的一次飞跃。20 世纪 70 年代以后，原油价格上涨（1996 年每吨约 170 美元），石油化工发展速度下降，新工艺开发趋缓，并向着采用新技术，节能，优化生产操作，综合利用原料，向下游产品延伸等方向发展。一些发展中国家大力建立石化工业，使发达国家所占比重下降。1996 年，全世界原油加工能力为 38 亿吨，生产化工产品用油约占总量的 10%。

三、石油化工在国民经济中的作用

1. 石油化工是能源的主要供应者。

石油炼制生产的汽油、煤油、柴油、重油以及天然气是当前主要能源的主要供应者。我国 1995 年生产了燃料油为 8 千万吨。目前，全世界石油和天然气消费量约占总能耗量 60%；我国因煤炭使用量大，石油的消费量不到 20%。石油化工提供的能源主要作汽车、拖拉机、飞机、轮船、锅炉的燃料，少量用作民用燃料。能源是制约我国国民经济发展的一个因素，石油化工约消耗总能源的 8.5%，应不断降低能源消费量。

2. 石油化工是材料工业的支柱之一

金属、无机非金属材料和高分子合成材料，被称为三大材料。全世界石油化工提供的高分子合成材料目前产量约 1.45 亿吨，1996 年，我国已超过 800 万吨。除合成材料外，石油化工还提供了绝大多数的有机化工原料，在属于化工领域的范畴内，除化学矿物提供的化工产品外，石油化工生产的原料，在各个部门大显身手。

3. 石油化工促进了农业的发展

农业是我国国民经济的基础产业。石化工业提供的氮肥占化肥总量的 80%，农用塑料薄膜的推广使用，加上农药的合理使用以及大量农业机械所需各类燃料，形成了石化工业支援农业的主力军。

4. 各工业部门离不开石化产品

现代交通工业的发展与燃料供应息息相关，可以毫不夸张地说，没有燃料，就没有现代交通工业。金属加工、各类机械毫无例外需要各类润滑材料及其它配套材料，消耗了大量石化产品。全世界润滑油脂产量约 2 千万吨，我国约 180 万吨。建材工业是石化产品的新领域，如塑料管材、门窗、铺地材料、涂料被称为化学建材。轻工、纺织工业是石化产品的传统用户，新材料、新工艺、新产品的开发与推广，无不有石化产品的身影。当前，高速发展

的电子工业以及诸多的高新技术产业，对石化产品，尤其是以石化产品为原料生产的精细化工产品提出了新要求，这对发展石化工业是个巨大的促进。

5. 石化工业的建设和发展离不开各行各业的支持

国内外的石化企业都是集中建设一批生产装置，形成大型石化工业区。在区内，炼油装置为龙头，为石化装置提供裂解原料，如轻油、柴油，并生产石化产品；裂解装置生产乙烯、丙烯、苯、二甲苯等石化基本原料；根据需求建设以上述原料为主生产合成材料和有机原料的系列生产装置，其产品、原料有一定比例关系。如要求年产30万吨乙烯，粗略计算，约需裂解原料120万吨，对应炼油厂加工能力约250万吨，可配套生产合成材料和基本有机原料80~90万吨。由此可见，建设石化工业区要投入大量资金，厂区选址适当，不但要保证原料和产品的运输，而且要有充分的电力、水供应及其他配套的基础工程设施。各生产装置需要大量标准、定性的机械、设备、仪表、管道和非定型专用设备。制造机械设备涉及材料品种多，要求各异，有些重点设备高速超过50米，单件重几百吨；有的要求耐热1000℃，有的要求耐冷-150℃。有些关键设备需在国际市场采购。所有这些都需要冶金、电力、机械、仪表、建筑、环保各行业支持。石化行业是个技术密集型产业。生产方法和生产工艺的确定，关键设备的选型、选用、制造等一系列技术，都要求由专有或独特的技术标准所规定，如从国外引进，要支付专利或技术诀窍使用费。因此，只有加强基础学科，尤其是有机化学、高分子化学、催化、化学工程、电子计算机、自动化等方面的研究工作，加强相关专业技术人员的培养，使之掌握和采用先进科研成果，再配合相关的工程技术，石化工业才有可能不断发展，登上新台阶。

石油炼制

1. 石油的组成与性质

石油又称原油，是从地下深处开采的棕黑色可燃粘稠液体。石油是古代海洋或湖泊中的生物经过漫长的演化形成的混合物，与煤一样属于化石燃料。石油的性质因产地而异，密度为0.8~1.0克/厘米³，粘度范围很宽，凝固点差别很大(30~-60℃)，沸点范围为常温到500℃以上，可溶于多种有机溶剂，不溶于水，但可与水形成乳状液。组成石油的化学元素主要是碳(83%~87%)、氢(11%~14%)，其余为硫(0.06%~0.8%)、氮(0.02%~1.7%)、氧(0.08%~1.82%)及微量金属元素(镍、钒、铁等)。由碳和氢化合形成的烃类构成石油的主要组成部分，约占95%~99%，含硫、氧、氮的化合物对石油产品有害，在石油加工中应尽量除去。不同产地的石油中，各种烃类的结构和所占比例相差很大，但主要属于烷烃、环烷烃、芳香烃三类。通常以烷烃为主的石油称为石蜡基石油；以环烷烃、芳香烃为主的称环烷基石油；介于二者之间的称中间基石油。我国主要原油的特点是含蜡较多，凝固点高，硫含量低，镍、氮含量中等，钒含量极少。除个别油田外，原油中汽油馏分较少，渣油占1/3。组成不同类的石油，加工方法有差别，产品的性能也不同，应当物尽其用。大庆原油的主要特点是含蜡量高，凝点高，硫含量低，属低硫石蜡基原油。

2. 油炼制工业的发展

石油的发现、开采和直接利用由来已久，加工利用并逐渐形成石油炼制(简称炼制)工业始于19世纪30年代，到20世纪40~50年代形成的现代炼油工业，是最大的加工工业之一。19世纪30年代起，陆续建立了石油蒸馏工厂，产品主要是灯用煤油，汽油没有用途当废料抛弃。19世纪70年代建造了润滑油厂，并开始把蒸馏得到的高沸点油做锅炉燃料。19世纪末内燃机的问世使汽油和柴油的需求猛增，仅靠原油的蒸馏(即原油的一次加工)不能满足需求，于是诞生了以增产汽、柴油为目的，综合利用原由各种成分的原油二次加

工工艺。如 1913 年实现了热裂化，1930 年实现了焦化，1930 年实现了催化裂化，1940 年实现了催化重整，此后加氢技术也迅速发展，这就形成了现代的石油炼制工业。20 世纪 50 年代以后，石油炼制为化工产品的发展提供了大量原料，形成了现代的石油化学工业。1996 年全世界的石油加工能力为 38 亿吨，我国为 1.4 亿吨。大型炼油厂的年加工能力已超过 1000 万吨。

石油产品

石油产品可分为：石油燃料、石油溶剂与化工原料、润滑剂、石蜡、石油沥青、石油焦等 6 类。其中，各种燃料产量最大，约占总产量的 90%；各种润滑剂品种最多，产量约占 5%。各国都制定了产品标准，以适应生产和使用的需要。

汽油

是消耗量最大的品种。汽油的沸点范围（又称馏程）为 30 ~ 205℃，密度为 0.70~0.78 克/厘米³，商品汽油按该油在汽缸中燃烧时抗爆震燃烧性能的优劣区分，标记为辛烷值 70、80、90 或更高。号愈大，性能愈好，汽油主要用作汽车、摩托车、快艇、直升飞机、农林用飞机的燃料。商品汽油中添加有添加剂（如抗爆剂四乙基铅）以改善使用和储存性能。受环保要求，今后将限制芳烃和铅的含量。

喷气燃料

主要供喷气式飞机使用。沸点范围为 60~280℃或 150~315℃（俗称航空汽油）。为适应高空低温高速飞行需要，这类油要求发热量大，在-50℃不出现固体结晶。煤油 沸点范围为 180 ~ 310℃ 主要供照明、生活炊事用。要求火焰平稳、光亮而不冒黑烟。目前产量不大。

柴油

沸点范围有 180~370℃和 350~410℃两类。对石油及其加工产品，习惯上对沸点或沸点范围低的称为轻，相反成为重。故上述前者称为轻柴油，后者称为重柴油。商品柴油按凝固点分级，如 10、-20 等，表示低使用温度，柴油广泛用于大型车辆、船舰。由于高速柴油机（汽车用）比汽油机省油，柴油需求量增长速度大于汽油，一些小型汽车也改用柴油。对柴油质量要求是燃烧性能和流动性好。燃烧性能用十六烷值表示愈高愈好，大庆原油制成的柴油十六烷值可达 68。高速柴油机用的轻柴油十六烷值为 42~55，低速的在 35 以下。

燃料油

用作锅炉、轮船及工业炉的燃料。商品燃料油用粘度大小区分不同牌号。

石油溶剂 用于香精、油脂、试剂、橡胶加工、涂料工业做溶剂，或清洗仪器、仪表、机械零件。

润滑油从石油制得的润滑油约占总润滑剂产量的 95% 以上。除润滑性能外，还具有冷却、密封、防腐、绝缘、清洗、传递能量的作用。产量最大的是内燃机油（占 40%），其余为齿轮油、液压油、汽轮机油、电器绝缘油、压缩机油，合计占 40%。商品润滑油按粘度分级，负荷大，速度低的机械用高粘度油，否则用低粘度油。炼油装置生产的是采取各种精制工艺制成的基础油，再加多种添加剂，因此具有专用功能，附加产值高。

润滑脂

俗称黄油，是润滑剂加稠化剂制成的固体或半流体，用于不宜使用润滑油的轴承、齿轮部位。

石蜡油

包括石蜡（占总消耗量的10%）、地蜡、石油脂等。石蜡主要做包装材料、化妆品原料及蜡制品，也可做为化工原料产脂肪酸（肥皂原料）。

石油沥青

主要供道路、建筑用。

石油焦

用于冶金（钢、铝）、化工（电石）行业做电极。

除上述石油商品外，各个炼油装置还得到一些在常温下是气体的产物，总称炼厂气，可直接做燃料或加压液化分出液化石油气，可做原料或化工原料。炼油厂提供的化工原料品种很多，是有机化工产品的原料基地，各种油、炼厂气都可按不同生产目的、生产工艺选用。常压下的气态原料主要制乙烯、丙烯、合成氨、氢气、乙炔、碳黑。液态原料（液化石油气、轻汽油、轻柴油、重柴油）经裂解可制成发展石油化工所需的绝大部分基础原料（乙炔除外），是发展石油化工的基础。目前，原油因高温结焦严重，还不能直接生产基本有机原料。炼油厂还是苯、甲苯、二甲苯等重要芳烃的提供者。最后应当指出，汽油、航空煤油、柴油中或多或少加有添加剂以改进使用、储存性能。各个炼油装置生产的产物都需按商品标准加入添加剂和不同装置的油进行调和方能作为商品使用。石油添加剂用量少，功效大，属化学合成的精细化工产品，是发展高档产品所必需的，应大力发展。

主要炼油工艺简介

常压蒸馏和减压蒸馏

常压蒸馏和减压蒸馏习惯上合称常减压蒸馏，常减压蒸馏基本属物理过程。原料油在蒸馏塔里按蒸发能力分成沸点范围不同的油品（称为馏分），这些油有的经调合、加添加剂后以产品形式出厂，相当大的部分是后续加工装置的原料，因此，常减压蒸馏又被称为原油的一次加工。包括三个工序：原油的脱盐、脱水；常压蒸馏；减压蒸馏。

原油的脱盐、脱水

又称预处理。从油田送往炼油厂的原油往往含盐（主要是氯化物）、带水（溶于油或呈乳化状态），可导致设备的腐蚀，在设备内壁结垢和影响成品油的组成，需在加工前脱除。常用的办法是加破乳剂和水，使油中的水集聚，并从油中分出，而盐份溶于水中，再加以高压电场配合，使形成的较大水滴顺利除去。

催化裂化

催化裂化是在热裂化工艺上发展起来的。是提高原油加工深度，生产优质汽油、柴油最重要的工艺操作。原料范主要是原油蒸馏或其他炼油装置的350~540℃馏分的重质油，催化裂化工艺由三部分组成：原料油催化裂化、催化剂再生、产物分离。催化裂化所得的产物经分馏后可得到气体、汽油、柴油和重质馏分油。有部分油返回反应器继续加工称为回炼油。催化裂化操作条件的改变或原料波动，可使产品组成波动。

催化重整

催化重整（简称重整）是在催化剂和氢气存在下，将常压蒸馏所得的轻汽油转化成含芳

烃较高的重整汽油的过程。如果以 80~180℃馏分为原料，产品为高辛烷值汽油；如果以 60~165℃馏分为原料油，产品主要是苯、甲苯、二甲苯等芳烃，重整过程副产氢气，可作为炼油厂加氢操作的氢源。重整的反应条件是：反应温度为 490~525℃，反应压力为 1~2 兆帕。重整的工艺流程可分为原料预处理和重整两部分。

加氢裂化

是在高压、氢气存在下进行，需要催化剂，把重质原料转化成汽油、煤油、柴油和润滑油。加氢裂化由于有氢存在，原料转化的焦炭少，可除去有害的含硫、氮、氧的化合物，操作灵活，可按产品需求调整。产品收率较高，而且质量好。

延迟焦化

它是在较长反应时间下，使原料深度裂化，以生产固体石油焦炭为主要目的，同时获得气体和液体产物。延迟焦化用的原料主要是高沸点的渣油。延迟焦化的主要操作条件是：原料加热后温度约 500℃，焦炭塔在稍许正压下操作。改变原料和操作条件可以调整汽油、柴油、裂化原料油、焦炭的比例。

炼厂气加工

原油一次加工和二次加工的各生产装置都有气体产出，总称为炼厂气，就组成而言，主要有氢、甲烷、由 2 个碳原子组成的乙烷和乙烯、由 3 个碳原子组成的丙烷和丙烯、由 4 个碳原子组成的丁烷和丁烯等。它们的主要用途是作为生产汽油的原料和石油化工原料以及生产氢气和氨。发展炼厂气加工的前提是要对炼厂气先分离后利用。炼厂气经分离作化工原料的比重增加，如分出较纯的乙烯可作乙苯；分出较纯的丙烯可作聚丙烯等。

石油产品精制

前述各装置生产的油品一般还不能直接作为商品，为满足商品要求，除需进行调合、添加添加剂外，往往还需要进一步精制，除去杂质，改善性能以满足实际要求。常见的杂质有含硫、氮、氧的化合物，以及混在油中的蜡和胶质等不理想成分。它们可使油品有臭味，色泽深，腐蚀机械设备，不易保存。除去杂质常用的方法有酸碱精制、脱臭、加氢、溶剂精制、白土精制、脱蜡等。酸精制是用硫酸处理油品，可除去某些含硫化合物、含氮化合物和胶质。碱精制是用烧碱水溶液处理油品，如汽油、柴油、润滑油，可除去含氧化合物和硫化物，并可除去酸精制时残留的硫酸。酸精制与碱精制常联合应用，故称酸碱精制。脱臭是针对含硫高的原油制成的汽、煤、柴油，因含硫醇而产生恶臭。硫醇含量高时会引起油品生胶质，不易保存。可采用催化剂存在下，先用碱液处理，再用空气氧化。加氢是在催化剂存在下，于 300~425℃，1. 兆帕压力下加氢，可除去含硫、氮、氧的化合物和金属杂质，改进油品的储存性能和腐蚀性、燃烧性，可用于各种油品。脱蜡主要用于精制航空煤油、柴油等。油中含蜡，在低温下形成蜡的结晶，影响流动性能，并易于堵塞管道。脱蜡对航空用油十分重要。脱蜡可用分子筛吸附。润滑油的精制常采用溶剂精制脱除不理想成分，以改善组成和颜色。有时需要脱蜡。白土精制一般放在精制工序的最后，用白土（主要由二氧化硅和三氧化二铝组成）吸附有害的物质。

酸精制

是用硫酸处理油品，可除去某些含硫化合物、含氮化合物和胶质。

碱精制

除去酸精制时残留的硫酸。酸精制与碱精制常联合应用，故称酸碱精制。

脱臭

是针对含硫高的原油制成的汽、煤、柴油，因含硫醇而产生恶臭，硫醇含量高时会引起油品生胶质，不易保存。可采用催化剂存在下，先用碱液处理，再用空气氧化。

加氢

是在催化剂存在下于 $300\sim 425^{\circ}\text{C}$ ，1.5兆帕压力下加氢，可除去含硫、氮、氧的化合物和金属杂质，改进油品的储存性能和腐蚀性、燃烧性，可用于各种油品。

脱蜡

主要用于精制航空煤油、柴油等。油中含蜡，在低温下形成蜡的结晶，影响流动性能，并易于堵塞管道。脱蜡对航空用油十分重要。脱蜡可用分子筛吸附。润滑油的精制常采用溶剂精制脱除不理想成分，以改善组成和颜色。有时需要脱蜡。

白土精制

一般放在精制工序的最后，用白土（主要由二氧化硅和三氧化二铝组成）吸附有害的物质。

润滑油

原料主要来自原油的蒸馏，润滑油最主要的性能是粘度、安定性和润滑性。生产润滑油的基本过程实质上是除去原料油中的不理想组分，主要是胶质、沥青质和含硫、氮、氧的化合物以及蜡、多环芳香烃，这些组分主要影响粘度、安定性、色泽。方法有溶剂精制、脱蜡和脱沥青、加氢和白土精制。

溶剂精制

是利用溶剂对不同组分的溶解度不同达到精制的目的，为绝大多数的润滑油生产过程所采用。常用溶剂有糠醛和苯酚。生产过程与重整装置的芳香烃抽提相似。

溶剂脱蜡

是除去润滑油原料中易在低温下产生结晶的组分，主要指石蜡，脱蜡采用冷结晶法，为克服低温下粘度过大，石蜡结晶太小不便过滤，常加入对蜡无溶解作用的混合溶剂，如甲苯—甲基乙基酮，故脱蜡常称为酮苯脱蜡。

基本有机原料

乙烯

乙烯在常温下为无色、易燃烧、易爆炸气体，以它的生产为核心带动了基本有机化工原料的生产，是用途最广泛的基本有机原料，可用于生产塑料、合成橡胶，也是乙烯多种衍生物的起始原料，其中生产聚乙烯、环氧乙烷、氯乙烯、苯乙烯是最主要的消费，约占总产量的85%裂解的原料烃有气态和液态之分，气态的有炼厂气、天然气的凝析液，液态的有汽油、煤油、柴油。原油在高温的裂解炉管内生成焦炭，不能长期运转，自今未能在工业应用。气态原料裂解温度高，乙烯收率高（可达85%），操作方便（裂解管不易结焦），但原料资源少，副产少。液态原料来源广泛，裂解温度低，收率较低（乙烯收率为25%~30%），但

便于综合利用，生产中需定时清除炉管内的焦炭。我国以轻柴油为主要原料，美国以天然气为主，西欧、日本以轻汽油为主。为减少在炉管中生成焦炭，裂解原料中加入水蒸气。裂解炉有多种型式，核心是放在炉膛内成排的炉管，采用专门的燃烧器向炉管供热。物料离开裂解炉的温度为 $^{\circ}\text{C}$ 。炉管采用耐热合金钢制成。乙烯可由煤焦炉所产煤气中分离，也可由乙醇（酒精）脱水制取。自 1923 年开始采用裂解法后，上述两种方法不断减少，目前只有少量生产。烃类裂解也有多种具体实施方法，至今只有管式炉法独领风骚，占生产能力的 99% 以上，各公司开发的技术都有自己的特点。同是管式炉，也有不同的结构，总体上看是大同小异。乙烯的生产示意图见图 3-1。原料经加热后进入裂解炉，产生的高温裂解气先入急冷锅炉快速降温（产生的高压水蒸气可带动压缩机），然后再用冷油和水降温，冷却后的气体进分离工序。以柴油原料获得的裂解气组成十分复杂，主要是乙烯，丙烯（合计占 45%），其余为氢和甲烷（约 10%），乙烷和丙烷（约 10%），碳四馏分（约 10%）以及碳五和以上馏分（约 20%）。少量有害杂质为水、硫化氢、二氧化碳、乙炔等。通常采用加压低温精馏的方法分离乙烯及各种有用产物，具体工艺流程的安排与裂解气组成及产品纯度要求有关。分离提纯中安排有压缩（加压）、脱水、脱硫、脱炔等工序和多个精馏塔，分离后获得乙烯、丙烯（产量与原料有关，以柴油为原料时，产量约为乙烯的 40%），其余为氢—甲烷，乙烷、丙烷（重新裂解）、碳四馏分（另设装置加以回收利用）、裂解汽油（另设装置生产芳烃）。整个裂解分离过程需要材料、设备多，尤其是炉管、废热锅炉、大型压缩机、制冷设备、低温换热设备、大型精馏塔都需大量资金投入，而且技术密集，加上生产流程复杂，物料处理最大，整个生产装置形成了庞大的集群。

芳烃

芳烃指结构上含有苯环的烃。作为基本有机原料应用最多的是苯、乙苯、对二甲苯，此外还有甲苯和邻二甲苯。芳烃的来源有：炼油厂重整装置；乙烯生产厂的裂解汽油；煤炼焦时副产。目前通过煤炼焦获得的芳烃已不占重要地位。不同来源获得的芳烃其组成不同，因此获得的芳烃数量也不相同。裂解汽油中苯和甲苯多，二甲苯少；重整汽油是苯少，甲苯和二甲苯多。乙苯在这两种油中都少。这种资源与需求的矛盾促进了芳烃生产技术的发展。乙苯是制苯乙烯的原料，苯乙烯是聚苯乙烯、丁苯橡胶（在合成橡胶中产量最大）的原料，因此，乙苯通常采用合成法，即由乙烯和苯制成乙苯，再由乙苯制苯乙烯。甲苯资源较多，但应用较少，为弥补苯的不足，可由甲苯制苯。目前这一工艺应用很少，一是苯供应充足；二是技术上困难较多；三是经济上不够合理。还应指出，二甲苯有三种异构体：邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯。对二甲苯需求量最大，邻二甲苯居中，间二甲苯最小；供应量却是间二甲苯最大，邻二甲苯和对二甲苯相近。为满足要求（主要是生产涤纶），首先把对二甲苯分离出来（采用吸附法和低温结晶法），通过异构化反应，把间二甲苯转化成对二甲苯。此外把资源较多的甲苯（由 7 个碳原子组成）和应用较少的碳九芳烃（由 9 个碳原子组成）进行反应，可制成碳八芳烃（二甲苯的混合物）。芳烃的制取方法说明：只有深入开展科学研究，掌握和利用规律，才能充分利用已有资源，满足人们日益增长的需求。

环氧乙烷和乙二醇的生产及应用

环氧乙烷是以乙烯为原料生产的产品，产量仅次于聚乙烯塑料，居第二位。它是低沸点（ 10.4°C ）的易燃易爆气体（在空气中含 3% ~ 100% 均可爆炸）。乙二醇是环氧乙烷与水的反应物，是最重的环氧乙烷衍生物。它是粘稠液体，沸点 197.6°C ，有毒。除乙二醇外，环氧乙烷产量的 10% ~ 20% 用于生产表面活性剂及其它多种化工原料。乙二醇的主要应用是制取涤纶纤维和聚酯树脂，其次是用于汽车冷却系统的抗冻剂（与水混合后，结冰温度可以降至 -70°C ）以及溶剂、润滑剂、增湿剂、炸药等。环氧乙烷与乙二醇通常安排在一

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/965201230003011331>