

石油化工部分常识

中共惠安县委宣传部
泉惠石化工业园区管委会

二〇一四年三月

目 录

第一章 石油、原油和原油加工	1
第一节 石油	1
第二节 原油	1
第三节 原油加工	2
第四节 原油加工的产品	7
第五节 辛烷值与十六烷值	9
第二章 石油化工	12
第一节 石脑油	12
第二节 乙烯、丙烯、丁二烯（三烯）	13
第三节 苯、甲苯、二甲苯（三苯）	14
第四节 三烯、三苯的主要用途	15
第三章 石油化工的中下游产品简介	21
第一节 合成树脂	22
第二节 合成橡胶	26
第三节 合成纤维	28
编后话	31

第一章 石油、原油和原油加工

第一节 石油

石油是原油及其加工所得液体产品的统称。原油加工所得液体产品通常指汽油、煤油、柴油、润滑油等四大类油品，也称成品油。同时也把由它们衍生出来的石脑油，溶剂油，蜡(油)等也包括其中。

第二节 原油

原油是石油原油的简称。是直接从油井中开采出来的一种褐色或黑色粘稠的可燃性矿物油。是多种烃类(烷类、环烷类、芳香烃)的复杂混合物。其平均碳的含量在 83-87%左右，氢的含量在 11-14%左右。原油密度在 0.75-1g/ml。

原油化学构成中除了最主要的碳(以元素符号 C 表示)和氢(以元素符号 H 表示)外,还有少量的氧(O)、氮(N)、硫(S)以及微量的金属(如砷、铁、铅、镍)。这些少量和微量的物质大多数是以复杂的化合物存在原油中,给原油加工及其加工所得产品会造成不良的影响、它们往往要在油的加工过程中除去。

烃是碳氢化合物的简称,由碳(C)原子和氢(H)原子组合而成的。C 原子是 4 价(即原子价亦称化学价),也就是说 C 原子在化合中要有 4 个原子与它结合。H 原子是 1 价,要与 C 原子结合实际需要 4 个氢原子。写成分子式 CH_4 ,它是最简单的碳氢化合物,叫甲烷烃或甲烷,是沼气和天然气最主要的成分。在通常情况下甲烷是气体,把它冷却到一定温度可变成液体,就是我们生活中所用的液化天然气。

原油的单个烃(称单体烃)有千万个,要一个一个的分(离)出来是非常困难的。

第三节 原油加工

1、原油加工

原油加工也称原油炼制,简称炼油。

燃料在内燃机(如汽油车的气缸)内燃烧产生动力。由于对燃料的需求,使炼油成为必要,又由于“蒸馏”技术的发明,使炼油成为可能。

2、蒸馏

蒸馏是指利用液体混合物中各组分挥发性的不同，以分离液体混合物的方法。将液体混合物加热到沸点，所生成的蒸汽比原液含有较多的容易挥发的组分，而所剩的混合液则含有较多难以挥发的组分。因而可使混合物中各组分部分乃至完全分离。

3、原油蒸馏

如上所述，原油是液体，是各种复杂烃类的混合物。在相同压力下，如1个标准大气压力（称常压）下，越简单（分子越小）的烃，沸点越低（通常说越轻）。越轻的烃就越容易挥发。原油中含有复杂繁多的烃，大规模炼油是不可能也不必要一个个的分离出来，而是采用相对简单可行又能满足内燃机燃料要求的办法进行“切割”。就是把原油切分成一段一段，汽油比较轻（平均分子量比较小），煤油比汽油稍重（平均分子量比汽油稍大），以此类推，轻柴油比煤油重一点，重柴油比轻柴油重一点，最重的就是渣油。把原油这个复杂混合物，通过采用蒸馏的办法，分成几段“馏份油”（即几种初级产品）。

4、常减压蒸馏

只有含2种组分的液体混合物才能用一个简单的容器把2个组分分离开，组分多了，就要用很多个容器才能分开。这在大规模炼油工业上是行不通的。把很多容器一个个的迭上去，就组成一个“塔”。化工生产用的塔就是利用这个原理产生的。塔中每一层塔盘相当于一个分离用的容器。一个塔可以分出多个组分。要分的组分越多，塔就越高。一个大塔太高，可以分成多个小塔，把它们串

联在一起。塔内装有塔盘，一层一层排列。每一层都相当于一个分离的容器。原料（原油）被加热到一定温度从塔身的某个位置送入塔内，到塔内后原油就自动分成两股，较轻的部分—气体（气相）往塔上部“跑”，较重的部分—液体（液相）往塔下部“落”。由此可知，越往塔的上部，物料就越轻。越往下部，物料就越重。塔顶上出来的就是最轻的气体，经冷却变成液体产品—汽油。往下，塔内塔盘上抽出的是煤油。以此类推，再往下分别是轻柴油、重柴油、蜡油，塔底是渣油。

原油蒸馏要出这么多产品，如采用一个塔来完成，则塔太高了，所以就分成 3 个塔来完成。第一个塔叫“初馏塔”（简称初分塔），粗略地说，大部分汽油都从这个塔蒸出来。初分塔底物料送到第 2 个塔；第 2 个塔叫“常压塔”，塔的塔顶出汽油，往下是煤油、轻柴油。塔底物料再送到第 3 个塔；第 3 个塔叫“减压塔”。塔顶和塔上部出重柴油，塔中部出蜡油，塔底是渣油。

从上述 3 个塔生产出来的油品叫“直馏油”，也称“馏份油”。是原油（第）一次加工的初级产品。它们还不能直接作商品卖。例如商品汽油有辛烷值、烯烃含量、芳烃含量等很多质量指标要求，直馏汽油一般达不到。其他的油品也是如此。所以还要经过二次，甚至三次加工以改进它们的品质。

5、炼油的后加工

商品汽油、煤油价值和价格高，蜡油尤其是渣油比较低。为利益最大化，炼油厂通常会把上面所说较重馏份油再加工转变成商品汽油、煤油、轻柴油。这也是原油后加工中的二次、三次甚至四次

再加工的主要原因。下面介绍四个重要的后加工工艺。

①渣油加氢处理（二次加工）：在催化剂存在下，以及在较高的温度和压力下，把氢气加到渣油复杂的大分子中，使它变成高价值的汽、柴油和重油。

②重油催化裂化（三次加工）：在催化剂存在下，把上述的加氢重油在较高温度下裂解成气体和汽油、柴油。但这些汽、柴油质量不好，还需要再一次加工（第四次加工）才能变成商品出售。

催化裂化气体产品含有少量的乙烯、一定量的丙烯和液化石油气等。其丙烯的产量多少可以通过调整催化剂的类型和反应温度来控制。所产的丙烯可加工成聚丙烯。乙烯数量虽少但也可作化工原料，这就是现代炼油向化工的延伸。

③延迟焦化：简称焦化。把质量最差的渣油加热到 500°C ，送到塔内，渣油在塔内经过 1 天时间慢慢（即延迟）生成石油焦（固体）。在高温条件下，渣油（复杂大分子）在生焦过程也会裂解成一部份分子较小的气体和汽油、柴油（称焦化汽油、柴油）等液体油品，这些油品品质很差，需要再加工。在焦化塔内的焦很硬，要用高压水切割成碎块，才能从塔内放出来。当你参观炼油厂，看到在塔顶上有个很高塔架（水力清焦器）的装置就是焦化车间。

④加氢裂化：重油催化裂化是重油在催化剂存在和较高温度（约 550°C ）下把大分子变成小分子。而加氢裂化是在催化剂存在下，在一定温度（ 370°C — 420°C ）和高压下（达到 188 个大气压）把氢气加到复杂的大分子中，使它转成分子较小的气体和汽、煤、柴油。这些油品品质很好，可以直接作商品出售。

前文说过原油含有少量的硫、氮，它们会在加工过程中进入到气体、汽、柴、煤油和焦炭中。由于环保要求燃料要清洁，因此，液化石油气、汽、煤、柴油都要脱硫脱氮。液体油品往往采用加氢的办法来脱除。脱除的氮生成氨，而硫生成固体硫磺。一个加工含硫 2.75%（重量）的 1200 万吨原油的炼油厂，可回收达到将近 30 万吨的硫磺。

上面说的四个加工装置和加氢脱硫脱氮，投资都很高。与一个 1200 万吨/年原油加工能力配套的 250 万吨/年渣油加氢处理装置的工程投资达 14 亿。250 万吨/年加氢裂化需要 11 亿元（都不包含外部配套的公用工程和公用设施）。

按现代成品油品质的生产要求，一个炼油厂从原油进入到成品油出厂主要的生产装置达 20 多套，还要有配套的公用工程和公用设施，所以投资额很大。一个千万吨级的炼油厂总投资达到 300 多亿元人民币。这 20 多套的主装置规模大，物料输送往返交错复杂，自动化水平高，需要精密的衔接。这些装置加工工艺复杂，操作条件苛刻，有的是高温、高压。要求工厂的管理和操作人员具有足够的能力水平和经验，这就是现代炼油厂的复杂所在。

由前面介绍可知，原油加工的产品不但有汽、煤、柴、润滑油等液体产品，还有气体和固体产品（如聚丙烯、石油焦和硫磺、石油沥青）。

第四节 原油加工的产品

原油经常减压蒸馏和后加工后生产的主要产品及用途简单介绍如下：

1、汽油

汽油是炼油产量最多的成品油之一，作用汽油发动机燃料，如汽车、摩托车等。为了满足环保要求，汽油中的硫、芳烃、烯烃和重金属的含量都有严格的要求。

2、煤油

现代炼油生产的煤油主要作用飞机发动机的燃料，又称航空煤油，主要供喷气式飞机使用。它的产量比汽油少很多。

3、柴油

柴油用作柴油发动机和一部分锅炉的燃料。如柴油轿车、客车、运载车辆、船只等。按沸点范围分成 180°C — 370°C 和 350°C ~ 410°C 两类；前者称为轻柴油，后者称为重柴油。根据社会需要，它的产量也可以超过、等于或少于汽油的产量。

4、燃料油

这里说的燃料油，主要指用于轮船及工业加热炉的燃料。它可以用常压塔底油、减压塔底油、蜡油来生产，产量视市场需求和炼厂生产流程来安排。

5、溶剂油

用于香精、油脂、试剂、橡胶加工、涂料生产做溶剂，或清洗仪器、仪表、机械零件。它不是炼厂的主产品，往往是三次，四次加工的副产品。不是所有炼厂都生产溶剂油，产量较少。

6、润滑油

润滑油主要作为润滑用，还可作冷却、密封、防腐、绝缘用。只有专门生产润滑油的炼厂才有该产品，大部分炼厂都不生产。我国辽河油田和新疆克拉玛依油田的原油适合生产润滑油。

7、石油蜡

为了区别于其他蜡（如蜂蜜中的蜡）把产于原油的蜡称为石油蜡，简称石蜡。主要用来做包装材料、化妆品原料及蜡制品，也可作为化工原料用来生产脂肪酸。只有加工蜡含量较高原油的少数炼厂才生产石蜡，所以产量较少。我国大庆油田的原油含蜡量高。

8、石油沥青

主要供道路、建筑用。一般是用减压塔塔底渣油来生产。有的原油特别重，沥青含量很高，可以直接用原油来生产沥青，如我国辽河油田的一些油井所产的原油。

9、石油焦

用来做燃料，如冶金，也可以用作电极，也可用来生产化工原料合成气等。由于石油焦价格很低，现代炼厂尽可能少生产它。

10、聚丙烯

炼厂聚丙烯的来源前面已经介绍过。由于其价值和价格不断提高，它已成为现代炼油的主产品之一。其用途将在后面石油化工章节中介绍。

在炼油中除了上述产品外，原油加工过程会产生一些在常温下是气体的产物，总称炼厂气。它可直接用作炼油厂的燃料，有一部分可在加压下液化生产液化石油气。它也可以做石油化工的原料。

第五节 辛烷值与十六烷值

1、辛烷值

当你买汽油时，会选择哪个牌子的汽油？你知道 97#比 93#汽油好在哪里吗？汽油的牌号就是汽油的辛烷值—衡量汽油在气缸中燃烧时抗击爆震燃烧的性能。燃烧汽油的发动机是点燃式发动机。汽油与空气混合进入发动机的气缸，受到活塞极度的压缩，温度迅速升高。此时用火点着，就产生爆炸式的燃烧，燃烧产生的气体急速膨胀产生动能，推动活塞运动，带动车轮转动。

汽油发动机的汽车用“火花塞”点火。爆炸式燃烧产生的推动力很大，但是要均匀。这样你开车或坐车都会感觉很舒服。如果不均匀，你会听到“呼…呼…”不均匀的跳动，尾气管冒黑烟—汽油燃烧不好，这就是“爆震”。产生“爆震”的主要原因有 2 个，一是汽油抗爆震燃烧的能力不好。二是发动机制造质量不好或老化。

表示汽油在各种使用条件下抗爆震燃烧能力的指标就是辛烷值，即汽油的牌号。牌号越高，辛烷值越高，抗爆震燃烧性能越好。把一种叫“异辛烷”的化合物的辛烷值规定为 100，把一种叫“正庚烷”的辛烷值规定为 0。当一个液体中异辛烷值:正庚烷量=93:7

时，这个液体的辛烷值=93。把它放入一个标准汽油发动机燃烧（台架实验），测定其爆震情况，做成标准曲线。这样就可以做出很多标准曲线，如 93#、95#、97#.....。把一个汽油放在同一种标准汽油发动机作台架实验，可以得到一个曲线。把它与标准曲线比，如果与 93#标准曲线相同，则汽油的辛烷值为 93#。以此类推。

原油的性质对汽油的辛烷值影响很大，经一次加工出来的直馏汽油辛烷值往往比较低。炼油厂要采用很多办法才能生产出高辛烷值的汽油。其中一个既能提高辛烷值又能减少尾气中有害物排放的有效办法就是加入含氧的化合物。汽油组成中氧含量增加，辛烷值提高，燃烧会更好。研究表明当氧含量达到 20%时，排出尾气中所含的没有燃烧完全的油（烃）能降到最低。这就是为什么炼油厂自己生产的含氧化合物 MTBE（甲基叔丁基醚）的原因。

如前所述，汽油在气缸中燃烧的好坏不但与汽油辛烷值有关，还与气缸的好坏有关。所以你买一个价格低的汽车或汽车已用多年，你就没有必要买很高牌号的汽油，只要能适用就行了。

2、十六辛烷值

与汽油发动机的点火燃烧方式不同，柴油发动机没有火花塞。柴油与空气混合后进入气缸受到活塞压缩，温度急速升高后自己就能燃烧，从而生产动力带动车轮运转。衡量柴油自燃性能的指标是“十六烷值”。规定化合物正十六烷的十六烷值为 100，另一种化合物 2-甲基萘的十六烷值为 0。与测定汽油辛烷值的台架试验相似，可以知道一个柴油的十六烷是多少了。十六烷值越高，柴油燃烧性能越好。在我国，由于原油质量和生产工艺决定，柴油十六烷一般

都比较低，需要外加改进剂。

与汽油牌号是辛烷值不同，柴油的牌号是以柴油凝固不能流动的温度—凝固点来表示的。0#柴油、凝固点是 0℃，10#就是 10℃。以此类推。冬季在黑龙江要用-35#柴油，而在福建用-10#就可以了。

3、航空煤油

用作飞机发动机燃料的航空煤油主要在控制油的易燃性能（10%馏出点在 175—210℃）和燃烧产生火焰的长度，也就是燃烧速度（95%馏出点不大于 335℃）。航空煤油标号以 1#，2#，3#表示，根据不同的机种和飞行的要求选用。

战斗机的工作状态可分为巡航、起飞、升空和战斗四种状态。当巡航时发动机气缸的气与油混合比为空气/油 >1 称贫油状态，可省油，这时用辛烷值来衡量煤油的性能。当第二种状态是，飞机要加速到很高的速度，此时空气/油 <1 称富油状态，要用富油品质值来要求。

值得指出的是在高空状态下，如 11KM 高空，气温很低，达到 -57℃。所以航空煤油中不能有任何水迹存在，即航煤有冰点（油结出水的温度）的严格要求。由于飞机航行速度极高，机身温度很高，如 2 倍音速时达 116℃，3 倍音速时达 330℃。所以要求航煤的化学稳定性要好。

第二章 石油化工

石油化工是指以石油和天然气为原料的化学工艺，简称石化。其实原油加工后所得的产品，不管是气体、液体或固体都可以作化工原料。按传统的说法，石化是三烯（乙烯、丙烯、丁二烯）、三苯（苯、甲苯、二甲苯）为主要原料的化工。而它们由主要来源于原油加工所得的石脑油和柴油。因此，三烯、三苯被视为基本有机化工原料。

第一节 石脑油

1、石脑油

石脑油是一个泛称。可理解为原油加工过程中产生的液体产品中最轻和较轻的那部分油——石油的“脑袋”部分。它可以包括汽油的全部，也可以是汽油的一部分。在第一章介绍原油常减压蒸馏所得到的的汽油馏分，严格来说它还不是市场上出售的成品汽

油，可称之为石脑油。通常把沸点范围大约在 32℃—250℃的油称为“全馏分石脑油”。它是制造乙烯、丙烯的主要原料之一。其中大约在 75℃—145℃的部分也是制造“三苯”的主要原料。

2、石脑油的来源

如上所述，原油第一次蒸馏出的汽油馏分是它的主要来源之一，而二次、三次加工也可以得到石脑油。炼油厂根据经济效益权衡生产什么最终产品。一个炼油厂，要继续发展化工（一体化），在保持原来炼厂的汽油产量不变，又要为化工提供石脑油，往往要增加原油的供应量，同时也要对炼油各生产单元的匹配作一些调整。这样一个加工 1200 万吨/年原油的炼厂再增加 300—500 万吨/年原油才可以满足一个年产 100 万吨乙烯的石油化工厂（一体化）的原料需求。

第二节 乙烯、丙烯、丁二烯（三烯）

1、三烯制造的原料：现代石油化工用来制造“三烯”的原料可以是气体，如乙烷、丙烷；也可以是液体，如前面所述的石脑油；也可以用柴油。在我国主要以石脑油为主。

2、制造工艺：石脑油在一种称为“管式炉”的炉管内被加热到 830℃—845℃，大分子热裂解成为小分子。原料石脑油越轻，温度越高。油在炉管中停留时间只有 0.30—0.45 秒。同时要有水蒸气存在，否则在这么高温下，油很快就变成焦炭了，所以这个制造工艺

叫“蒸汽裂解”。通常说，乙烯项目规模年产 100 万吨/年，就是指蒸汽裂解装置每年能生产 100 万吨乙烯。一般的说，用液体油品作原料在主要产出乙烯的同时就必然会联产出丙烯，同时副产出丁二烯和芳烃。以石脑油为原料的蒸汽裂解乙烯收率在 32-38%左右，丙烯在 12-14%左右；副产的丁二烯约 4.5-5.5%；芳烃中的“三苯”约 5-15%。

第三节 苯、甲苯、二甲苯（三苯）

1、在石油化工中“三苯”的主要来源：

①如上所述，在以液体油品为原料制造乙烯的过程中会副产出芳烃，这些芳烃经过加工可以生产出“三苯”。

②在炼油厂加工过程中，所生产的汽油馏分的燃烧性能往往不够好。为改善性能，提高汽油的牌号（辛烷值）要调进去一些组份，这些组份中又是炼油厂能自己生产的，这样就提高了经济效益。这些组份中很重要的一种就是芳香烃（芳烃）。它们是利用一部分石脑油作原料，在一个称为“催化重整”（简称“重整”）的过程中生产出来的。也就是在催化剂的存在下，主要是把不是芳烃的分子变化成芳烃的生产过程。

传统的炼油厂，重整只是为了提高汽油的燃烧性能。随着石化工业的发展，三苯的用途用量大大增加，于是就把重整产品中的芳烃尽量转变成三苯，并且把它们单独分成苯、甲苯、二甲苯。现代

炼油厂重整不仅是为了提高汽油的品质，而且又往往把它作为生产三苯的主要方法。

2、什么是 PX:

在上述的甲苯中包括有对二甲苯、邻二甲苯和间二甲苯三种，其中用途和用量最大的是对二甲苯，也就是我们熟知的 PX。苯(B)和对二甲苯(PX)是现代石油化工所用的芳烃中最大两种原料。

现代化的原油加工（炼油）、乙烯生产（蒸汽裂解）、芳烃生产（包括催化重整和对二甲苯生产）是炼油和化工结合成一体的工厂基本构架。这就是一体化项目包括有炼油项目、乙烯项目和芳烃——主要是生产 PX 的项目的缘故。

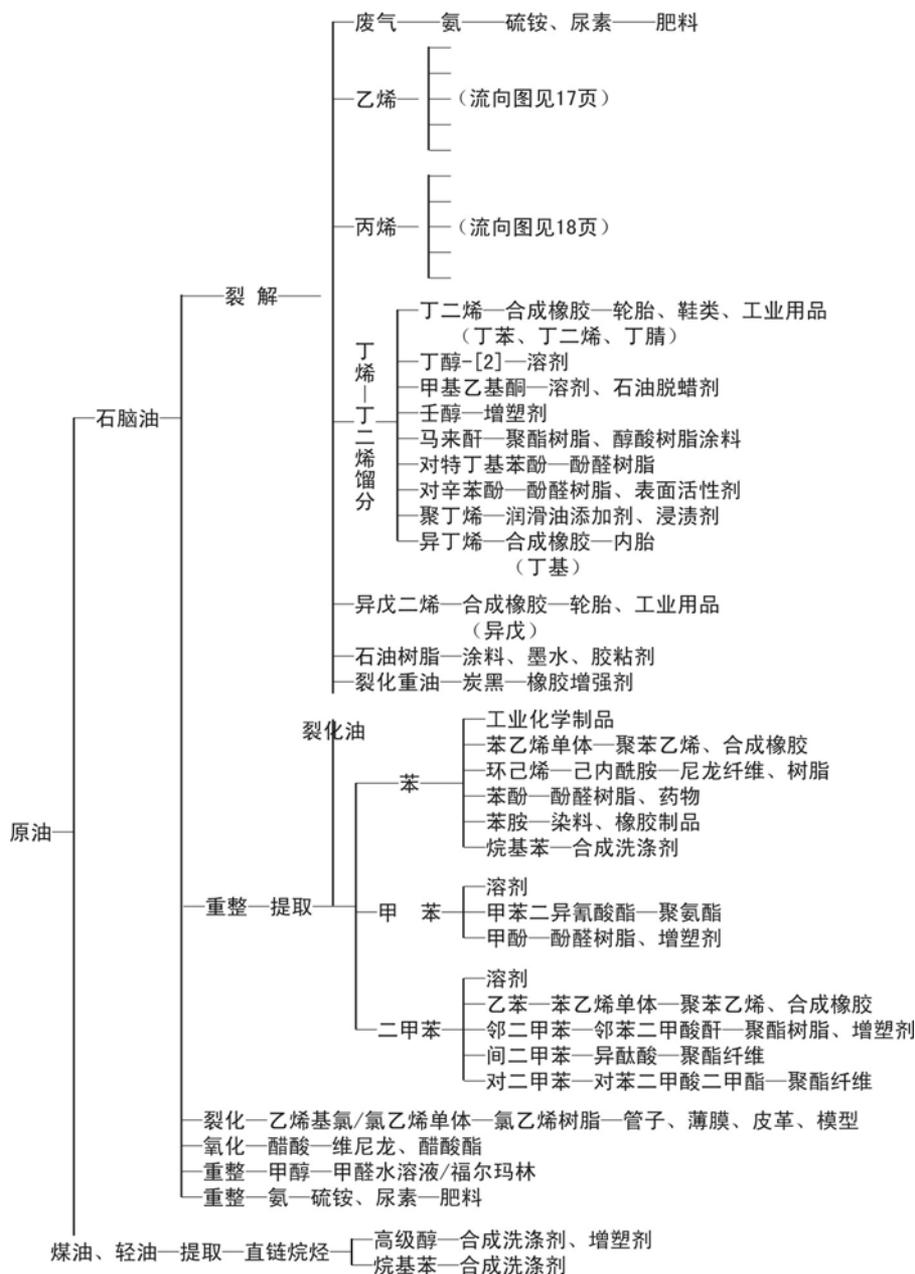
3、乙烯项目（工程）：

在我国，乙烯项目（工程）内容不仅仅包括乙烯的制造，而且还包括丙烯、丁二烯制造，甚至还包括苯和对二甲苯的制造，以及这些产品进一步加工的工程。所以“乙烯工程”总投资都在 200~300 亿元人民币左右。

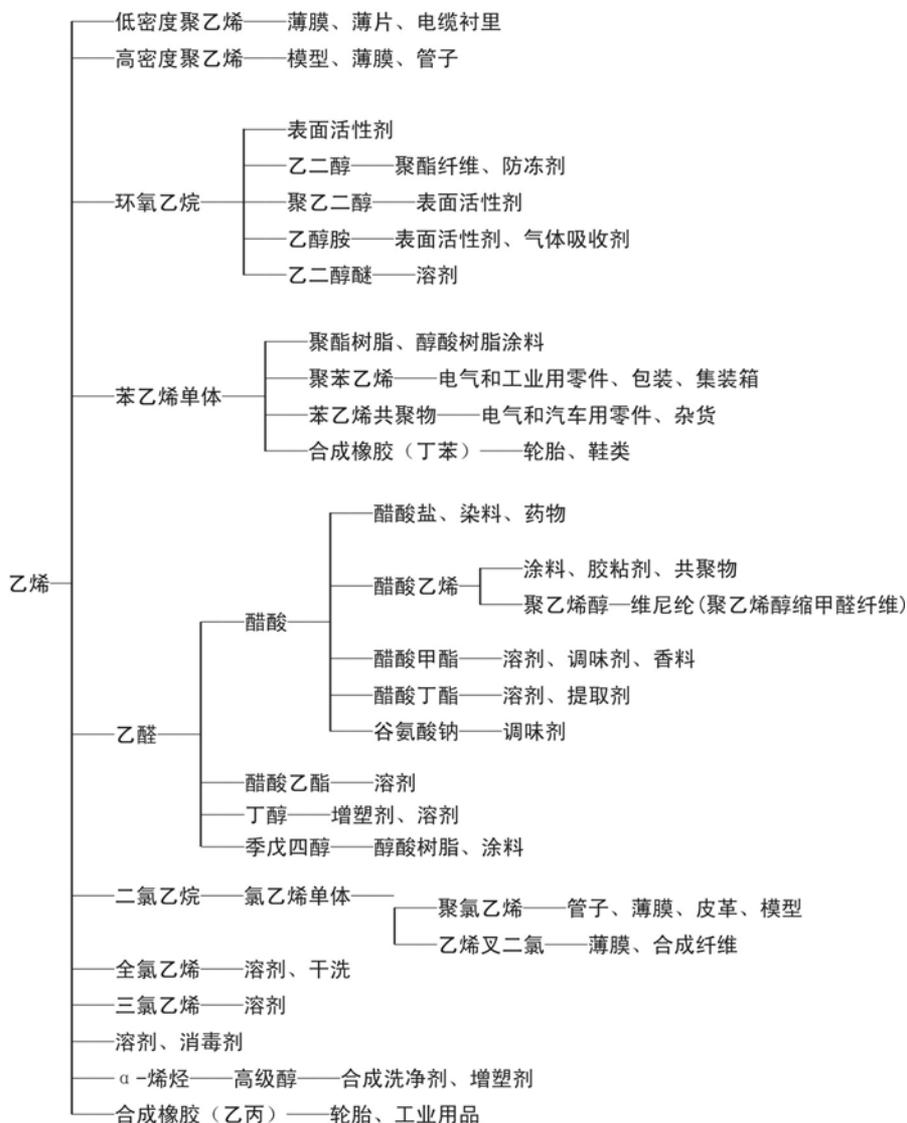
第四节 三烯、三苯的主要用途

1、下面所附三张图，表示出三烯、三苯作为石油化工原料的用途和所生产的产品。

石油化工产品流向图



乙烯衍生物流向图



丙烯衍生物流向图



2、下面就三烯和三苯的主要用途做简略介绍。

在常温和常压下，乙烯和丙烯都是无色无味的气体。丁二烯和三苯都是液体。三苯都拥有特殊的芳香气味。它们都属于石油化工的基础原料，也是用途和用量最大、最主要的石油化工的基础原料。它们的主要用途简单介绍如下：

(1) 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。另外乙烯与苯反应可制苯乙烯；乙烯氧化制乙醛；乙烯可合成酒精、乙烯可制取高级醇；乙烯还可以与丙烯制造合成橡胶。

(2) 丙烯的主要用途：

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

(3) 丁二烯的主要用途：

丁二烯是合成橡胶和合成树脂的主要单体，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、乙二胺等。

(4) 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%。苯酚也是苯重要消费领域。此外，苯胺、烷基苯、顺丁烯二酸酐也是苯的重要衍生物。

(5) 甲苯的主要用途：

甲苯大量用作溶剂的高辛烷值汽油添加剂，也是有机化工的重要原料。甲苯可用于脱烷基制苯或歧化制二甲苯。甲苯衍生的一系列中间体，广泛用于燃料、医药、农药、火炸药、助剂、香料等精细化学品的生产。

(6)对二甲苯的主要用途：

对二甲苯英文简称 PX，用作基础化工产品，PX 已经成为当今人们生活中必不可少的原料，PX 绝大部分用作聚酯纤维的原料，在某种意义上，PX 解决了纤维与粮食争地的问题。同时，还用于制造矿泉水瓶、饮料瓶等包装材料，很多建筑材料的主要原料也是 PX。

第三章 石油化工的中下游产品简介

如前所述，石油化工产品有成千上万种，为方便起见，人们通常把它分成几类，主要是合成树脂、合成橡胶、合成纤维在内的多种合成材料，还有专用化学品、精细化学品等。在自然界中，来源于动植物和矿物中的物质，如树胶，杜仲胶；纤维，如棉、麻、动物的毛等等是属于天然的，人们采集后进行加工生产出各种产品。而合成的物质基本上是在人工制造的原材料基础上经过化学反应而制得的产品。由于天然资源非常有限，而且比较简单。可以用之生产的产品数量和品种有限，满足不了社会的需求。由于现代科技的发展和社会需求的急速增长，产生了人工制造的原料，人工合成的产品。合成的产品可以做到价廉物美而且已经与人们的社会活动、生产、生活息息相关。据统计 2013 年我国合成材料表观消费总量已达约 1.47 亿吨。合成树脂、合成橡胶和合成纤维等三大合成材料中最大的合成树脂产量达到 5837 万吨。

以下简单介绍三大合成材料的部分产品

第一节 合成树脂

1、聚乙烯 (PE)

聚乙烯是合成树脂中产量最大的品种，由乙烯聚合而成。聚乙烯是不透明或半透明、质轻的结晶塑料，具有优良的耐低温性能（最低使用温度可达 -100°C ），电绝缘性、化学稳定性好，能耐大多数酸碱的侵蚀，但耐热性较差。聚乙烯可采用注塑、吹塑、挤塑等方法加工。

2、聚丙烯 (PP)

聚丙烯是由丙烯聚合而得的热塑性塑料，通常是无色、半透明固体，无臭无毒，密度为 $0.90\sim 0.919$ 克/厘米³，是最轻的通用塑料之一，其突出优点是具有在水中耐蒸煮的特性，耐腐蚀，强度、刚性和透明性都比聚乙烯好，缺点是耐低温冲击性差，易老化，但可分别通过改性和添加助剂来加以改进。聚丙烯的生产方法有淤浆法、液相本体法和气相法 3 种。主要用于生产编织制品、薄膜制品、注塑制品和纺织制品等。

3、聚苯乙烯

通常采用乙烯与苯反应制成乙基苯。乙基苯绝大部分用于制苯乙烯。苯乙烯也是有芳香味的可燃液体，主要用于生产聚苯乙烯塑料、丁苯橡胶。可以制造泡沫塑料，可与多种单体共同聚合，生产多种工程塑料以及热塑性弹性体，产品用途极为广泛。

4、聚丙烯酸酯

由丙烯氧化制丙烯酸，丙烯酸是重要的有机合成材料及合成树脂单体。可由丙烯酸制造丙烯酸甲酯、乙酯、丁酯、羟乙酯等丙烯酸酯类。这些酯类再聚合制成树脂、胶黏剂、合成橡胶、合成纤维、高吸水性树脂等。用于制药、皮革、纺织、化纤、建材、水处理、石油开采、涂料等工业部门。丙烯酸是水溶性聚合物的重要原料之一，把它与淀粉接枝共聚可制得超强型吸水剂。

5、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）

可以用乙烯、异丁烯或其他原料生产甲基丙烯酸（MMA），再聚合成 PMMA。聚甲基丙烯酸甲酯俗称有机玻璃，是无色透明（透光率大于 92%）具有耐光性的塑料。容易着色，硬度大，机械强度也高。长时间暴露于室外，也不会像其他塑料那样变成黄色，但耐冲击强度不足。聚甲基丙烯酸甲酯的加工以注塑及挤塑为主。主要用于光学仪器、灯具，可以代替普通玻璃使用。

6、聚氨酯(PU)

聚氨酯的原料主要是芳香族的多异氰酸酯和己二酸等。聚氨酯品种很多，可制成从轻质热塑性弹性体至硬质泡沫塑料。聚氨酯软质泡沫塑料的密度为 0.015~0.15 克/厘米³，软质泡沫塑料成型为块状，便于切割作家具和包装材料。硬质泡沫塑料可制成各种形式，主要用途是在温度低，要求绝缘性能好，如低温运输车辆作保冷层，还可用于建材，家具等。聚氨酯弹性体是一种合成橡胶，具有优异的性能。

7、聚酰胺（PA）

聚酰胺又称尼龙，包括尼龙 6、尼龙 66、尼龙 11、尼龙 12 等品种，常用的是尼龙 6 和尼龙 66。它们既是尼龙合成纤维的原料，也是重要的塑料。尼龙 6 和尼龙 66 都是乳白色、半透明的结晶性塑料，具有耐热性、耐磨性，同时耐油性优良。尼龙纤维吸水性较差，其性质随吸湿的程度有很大变化。

8、聚碳酸酯（PC）

聚碳酸酯是透明、强度高，具有耐热性的塑料。尤其是耐冲击强度大，在塑料中属于佼佼者，而且抗蠕变性能好，甚至在 120℃ 下仍保持其强度。因此，作为工业用塑料而被广泛应用。但是，耐化学药品性稍低，不耐碱、强酸和芳香烃。聚碳酸酯适于注塑、挤塑、吹塑等加工。

9、聚甲醛（POM）

聚甲醛是乳白色不透明的塑料，抗磨性、回弹性及耐热性等性能优良。通过注塑法广泛用于制造机械部件，还可以做弹簧，是典型的工程塑料。

10、聚酯

通常所说的聚酯为聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET），它是由对苯二甲酸与乙二醇进行缩聚反应制得的。它是生产涤纶纤维的原料。这种聚酯具有耐热性和良好的耐磨性，而且有一定强度和不透性。聚对苯二甲酸乙二醇酯制成的双向拉伸薄膜广泛用于录音带、电影及照相软片等，还用于吹塑制造容器，如瓶子等。由于透明及二氧化碳不易透过，常用作碳酸饮料的容器和矿泉水瓶等。

11、氟树脂

氟树脂是分子结构中含氟原子塑料的总称。代表性的氟树脂为聚四氟乙烯。它具有优异的耐热性（260℃）、耐冷性（-260℃）、摩擦系数低、自润滑性很好，且具有极好的耐化学药品性，能耐“王水”（硝酸与盐酸混合物），有“塑料王”之美称。但不能用通常的加工方法加工，价格高。氟塑料主要用作防腐、耐热、绝缘、耐磨、自润滑材料，还可用作医用材料。

12、不饱和聚酯树脂（UF）

不饱和聚酯树脂通常是淡黄或琥珀色。因为不饱和聚酯树脂强度高，故常被加入到玻璃纤维等作增强材料使用，做成俗称“玻璃钢”的产品。不饱和聚酯树脂固化前呈液体状，而且不加压也可成型，甚至可在常温固化，因而可用各种加工方法加工成制品。

13、环氧树脂（EP）

环氧树脂是用固化剂固化的热固性塑料。它的粘接性极好，电学性质优良，机械性质也良好。环氧树脂的主要用途是作金属防蚀涂料和粘接剂。

14、有机硅树脂（SI）

与前述的各树脂不同，SI的主要成分不是碳，而是硅，因此价格高。有机硅树脂耐热 180℃，经特殊处理可耐 500℃，耐寒性也很好，物理性质不随温度变化，是一种耐化学药品性、耐水性和耐候性优良的热固性塑料，它的耐热制品是生产电子工业元器件的材料。

第二节 合成橡胶

1、丁苯橡胶

丁苯橡胶是由丁二烯和苯乙烯共聚制得的，是产量最大的通用合成橡胶，有乳聚丁苯橡胶、溶聚丁苯橡胶和热塑性橡胶（SBS）。

2、顺丁橡胶

用丁二烯经溶液聚合制得的，顺丁橡胶具有特别优异的耐寒性、耐磨性和弹性，还具有较好的耐老化性能。顺丁橡胶绝大部分用于生产轮胎，少部分用于制造耐寒制品、缓冲材料以及胶带、胶鞋等。顺丁橡胶的缺点是抗撕裂性能较差，抗湿滑性能不好。

3、异戊橡胶

异戊橡胶是聚异戊二烯橡胶的简称。异戊橡胶与天然橡胶一样，具有良好的弹性和耐磨性，优良的耐热性和较好的化学定性。异戊橡胶未加工前的生胶强度显著低于天然橡胶，但质量均性、加工性能等优于天然橡胶。异戊橡胶可以代替天然橡胶制造载重轮胎和越野轮胎，还可以用于生产各种橡胶制品。

4、乙丙橡胶

乙丙橡胶用乙烯和丙烯为主要原料合成，其耐老化、电绝缘性能和耐臭氧性能突出。乙丙橡胶可大量充油和填充炭黑，制品价格较低。乙丙橡胶化学稳定性好，耐磨性、弹性、耐油性和丁苯橡胶接近。乙丙橡胶的用途十分广泛，可以作为轮胎胎侧、胶条和内胎以及汽车的零部件，也可以作电线、电缆包皮及高压、超高压绝缘

材料。还可制造胶鞋、卫生用品等浅色制品。

5、氯丁橡胶

它是丁二烯为主要原料，通过均聚或少量其他单体共聚而成的。其抗张强度高，耐热、耐光、耐老化性能优良，耐油性能均优于天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶。具有较强的耐燃性和优异的抗延燃性，其化学稳定性较高，耐水性良好。氯丁橡胶的缺点是电绝缘性能，耐寒性能较差，生胶在贮存时不稳定。氯丁橡胶用途广泛，如用来作运输皮带和传送带，电线、电缆的包皮材料，制造耐油胶管、垫圈以及耐化学腐蚀的设备衬里。

6、丁腈橡胶

丁腈橡胶是由丁二烯和丙烯腈经乳液聚合法制得的，丁腈橡胶主要采用低温乳液聚合法生产，耐油性极好，耐磨性较高，耐热性较好，粘接力强。其缺点是耐低温性差、耐臭氧性差，电性能低，弹性稍低。丁腈橡胶主要用于制造耐油橡胶制品。

7、丁基橡胶

丁基橡胶是由异丁烯和少量异戊二烯共聚而成的，主要采用淤浆法生产。其透气率低、气密性优良，耐热、耐臭氧、耐老化性能良好，其化学稳定性，电绝缘性也很好。丁基橡胶的缺点是硫化速度慢，弹性、强度、粘着性较差。丁基橡胶的主要用途是制造各种汽车内胎，还用于制造电线和电缆包皮、耐热传送带、蒸汽胶管等。

8、氟橡胶

氟橡胶是含有氟原子的合成橡胶，具有优良的耐热性、抗氧化性、耐油性和耐药品性。它主要用于航空、化工、石油、汽车等工

业部门，作为密封材料、耐介质材料以及绝缘材料。

9、硅橡胶

硅橡胶由硅、氧原子形成主链，侧链为含碳基团。用量最大的是侧链为乙烯基的硅橡胶，它既耐热，又耐寒，使用温度在 -100°C ~ 300°C 之间。它具有优异的耐气候性和耐臭氧性以及良好的绝缘性。缺点是强度低，抗撕裂性能差，耐磨性能也差。硅橡胶主要用于航空工业、电气工业、食品工业及医疗工业等方面。

10、聚氨酯橡胶

聚氨酯橡胶是由聚酯（或聚醚）与二异氰酸酯类化合物聚合而成的。耐磨性能好、其次是弹性好、硬度高、耐油、耐溶剂。缺点是耐老化性能差。聚氨酯橡胶在汽车、制鞋、机械工业中的应用最多。

11、丙烯酸酯橡胶（ACM）

由丙烯酸酯聚合制得 ACM。ACM 耐热温度可达到 180°C ，耐燃料油及润滑油性能好。耐压缩变形，尤其适用于暴露在高温油介质条件应用。主要用于汽车工业，制造各类密封配件。还可用于生产容器内衬、特种胶管、胶带等。

第三节 合成纤维

合成纤维种类繁多，已投入工业生产的有四五十种。主要包括聚酯纤维、聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维、聚酰胺纤维、聚乙烯酸缩

甲醛纤维。即我们常说的涤纶、腈纶、丙纶、锦纶（尼龙）、维纶。此外，还有氨纶、氯纶、芳纶及碳纤维，以及一些其他特殊用途（如军事工业、原子能工业）的纤维。涤纶、腈纶和锦纶三大类大约占合成纤维的 90% 以上。下面介绍 5 种常见的合成纤维。

1、聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维（涤纶）

由对二甲苯（PX）氧化制造对苯二甲酸（PTA），再用 PTA 与乙二醇（乙烯的主要衍生物之一）反应制得聚酯，简称 PET。PET 再经抽丝等一系列纤维制造过程而得到的涤纶。涤纶是合成纤维产量最大的品种，我们的穿着、室内装饰、各种布、以及工业传送带、橡胶衬里等都离不开涤纶。它耐潮湿、耐霉变、耐撕裂、耐变形，但吸潮性较差，做衣料时通常与棉毛等混纺。PET 还可制作容器如水瓶、啤酒瓶和工业用。

2、聚丙烯腈纤维（腈纶）

用丙烯或其他原料制造丙烯腈（AN），再用 AN 与丙烯酸甲酯或醋酸乙烯聚合，经过抽丝等一系列纤维加工过程制得腈纶。腈纶与羊毛相似，但比羊毛轻，其染色性好色泽鲜艳，不霉不蛀，蓬松保暖性好。丙烯腈除了做纤维外还是合成橡胶中的丁腈胶和 ABS 树脂的主要原料。

3、聚酰胺纤维（锦纶）

聚酰胺中的聚己内酰胺和聚己内二酰胺是用途较广的两种。经抽丝等纤维加工过程，前者制得锦纶 6，后者制得锦纶 66。锦纶的耐磨性优异，有某些天然纤维的特点，经加工其制品与蚕丝相似。聚酰胺还是优异的工程材料。

4、聚氨酯纤维（氨纶）

前文介绍过聚氨酯（PU）可做合成橡胶。PU 由于其优良的性能，还可以制作很多价值很高的产品。例如把它抽丝制成纤维、其良好的回弹性，强度高，广泛应用于运动服装、紧身衣服、松紧带等。在工业上用途也很广。

5、聚丙烯纤维（丙纶）

特种牌号的聚丙烯经抽丝及后加工制得丙纶。丙纶主要用作衣服内衬、垫布（片）、低档的地毯。最大用途是做土工布，在水利工程中用作垫层，边坡防护等。

编 后 话

这个小册子仅作宣传用，笔者想尽量用口语化的方式来说一些专业性很强的内容。由于石油、原油、石油化工是涉及面很广、很深奥的行业，这小册子中每一章，甚至每一节都可以构成一个单独的专业。短短的篇幅无法说深说透。只是说一些笔者认为需要说的内容。口语化的表达方式在许多地方还不够准确、严谨，不符合教科书的标准表达，因此错误可能不少。欢迎读者批评指正。

这个小册子只能说是石油、原油和石油化工的部分常识。原计划再写一章一些有关的小故事，以增加趣味性，但由于时间关系，待有机会时，再增补。