

基本有机化学工程

上册

天津大学基本有机化工教研室编

人民教育出版社

基本有机化学工程

上册

天津大学基本有机化工教研室编

人民教育出版社

基本有机化学工程

上册

天津大学基本有机化工教研室编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

1976年7月第1版 1977年3月第1次印刷

书号 15012·017 定价 1.55 元

前 言

遵照伟大领袖毛主席关于“教育要革命”、“课程设置要精简。教材要彻底改革”的教导,我们在伟大的无产阶级文化大革命运动以来,以阶级斗争为纲,狠批了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线,对旧教材展开了革命大批判。根据社会主义革命和社会主义建设的需要,以及专业培养目标的要求和专业科学知识的内在联系,组织教学,把原有两门基础课程《物理化学》、《化工原理》和三门专业课程《理论基础》、《工厂装备》和《工艺学》合并,力求把本专业必须的基础理论和专业知识有机地结合起来,组成一门新课程《基本有机化学工程》。它是教育革命的成果。

本教材系统地讨论了与基本有机化工生产密切有关的基础理论、重要的单元操作、化学反应过程以及化工计算。在教材中,注意加强理论与实际的联系和化工计算的基础训练,以使学员初步地获得分析问题、解决问题的能力。

目前,我们在教材改革方面只是刚刚迈出了第一步,由于我们学习马列主义和毛泽东思想还很不够,编出的教材还不能完全适应教育革命形势发展的要求及很好地反映我国生产现状。欢迎读者批评指正。

一九七六年七月

目 录

(上册)

概论	1
----	---

第一章 物料衡算和热量衡算

§ 1-1 有关物质性质的几个基本问题	13	§ 1-5 热容	50
§ 1-2 气体和液体的 $P-V-T$ 关系	17	§ 1-6 相变热和溶解热	60
§ 1-3 物料衡算	34	§ 1-7 流动系统总能量衡算	65
§ 1-4 热力学第一定律、内能、焓	42	§ 1-8 热量衡算	67

第二章 流体流动

§ 2-1 流体流动的能量关系	80	§ 2-3 管道直径的选择	105
§ 2-2 流体阻力	85	§ 2-4 流量的测量	107

第三章 流体输送机械

§ 3-1 液体输送机械	117	§ 3-2 气体输送和压缩机械	139
--------------	-----	-----------------	-----

第四章 传 热

§ 4-1 概述	161	§ 4-7 管壳式换热器的压力降	199
§ 4-2 传热速率方程及传热系数的现场测定	163	§ 4-8 管壳式换热器的设计	206
§ 4-3 间壁式换热器内传热过程的分析	175	§ 4-9 流体有相变时的对流给热	222
§ 4-4 热传导	177	§ 4-10 其它类型间壁式换热器	228
§ 4-5 流体无相变时的对流给热	183	§ 4-11 加热与冷却方法	234
§ 4-6 传热系数的计算	195	§ 4-12 热量损失及保温隔热	235

第五章 冷 冻

§ 5-1 热力学第二定律及理想冷冻循环	241	§ 5-5 冷冻剂及载冷体	254
§ 5-2 焓及温焓图	244	§ 5-6 分级压缩制冷和逐级液化	257
§ 5-3 实际冷冻循环	249	§ 5-7 自冷过程	259
§ 5-4 冷冻能力及所需功率	251		

附录	261
----	-----

概 论

一、基本有机化工及其发展概况

基本有机化工是化学工业中最重要的部门之一,它的任务是生产主要的脂肪烃、芳香烃、醇、醛、酮、酸及烃类的卤素衍生物等基本有机化工产品。这些产品是其它工业大量需要的有机化工原料。例如,作为油漆工业、油脂工业以及其它工业部门大量应用的溶剂、萃取剂、抗冻剂、冷冻剂、增塑剂、润滑剂和表面活性剂等都是基本有机化工的产品。但更大量的基本有机化工产品则是作为生产三大合成材料(即塑料、合成纤维及合成橡胶)所用的单体。目前,这些合成材料已经不仅可作为天然材料的代用品,而且某些产品的某些性能比天然材料更为优越。因此,合成材料已经十分广泛地应用于轻工业、重工业以及国防等各个部门。从日常生活用品到人造卫星都有合成材料的地位。而基本有机化工则是三大合成材料工业的基础。

基本有机化工对支援农业也起着重大的作用。它为农业四化所使用的合成材料(例如,育秧薄膜、拖拉机轮胎所需要的合成橡胶等)、杀虫剂以及除莠剂等提供原料,合成纤维可以代替棉花织布,节省用于非粮食作物的耕地,合成酒精可以代替粮食发酵制造酒精,从而减少这方面的工业用粮,等等。

总之,基本有机化工与国民经济各部门的关系是十分密切的,它在一定程度上可以反映出一个国家的工业水平及科学技术发达的程度。

远在几千年以前,人们就开始用农林产品生产某些基本有机化工产品。粮食、薯类的发酵酿酒就是一个例子。但是用农林产品生产有机化工原料不仅消耗大量粮食,而且还限制了基本有机化学工业发展的规模和速度。直到采用以煤为原料,并解决了由煤制造基本有机化工产品的关键技术以后,基本有机化工才逐渐发展成为一个独立的工业部门。1910年以后开始将电石用于生产基本有机化工产品。电石乙炔可以生产乙醛、醋酸、丙酮等化工原料。当时的基本有机化工产品差不多都由电石乙炔制取,因此,也有人把当时的基本有机化学工业称为乙炔化学工业。

就在以煤为原料发展基本有机化学工业的同时,以石油、天然气为原料制取基本有机化工产品的工业也开始出现。从1920年起开始出现以石油为原料制得的基本有机化工产品。不久就发现,将石油产品经过 $700\sim 800^{\circ}\text{C}$ 的高温处理(我们称为裂解)后,石油中碳链较长的烷烃可以变成大量的乙烯、丙烯以及苯、甲苯和二甲苯,从而打开了比主要从乙炔出发制取基本有机化工产品多得多的新技术路线。由于石油、天然气资源丰富,制取烯烃和芳烃的方法远比生产电石来得简单,成本较低,同时也由于其它工业发展的需要和配合之下,在五十年代初期,以石油、天然气为原料的基本有机化工就逐渐引起了世界各国的普遍注意,竞相发展以石油为原料的基本有机化学工业。采用石油、天然气为原料是基本有机化学工业的一次技术革命。到目前为止,世界各

国基本有机化工产品多数都以石油和天然气为原料了。(据有的资料介绍,在六十年代末期,就世界范围来说,全部有机化工产品的75%是以石油、天然气为原料制得的。由此也就可以看出以石油、天然气为原料生产基本有机化工产品的比重)。近二十年来,基本有机化学工业的发展很快。例如,就以代表基本有机化工生产规模的乙烯产量来说,1970年的世界产量已达1800万吨以上。

在旧中国,由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义的压榨和掠夺,基本有机化学工业是一个空白点。一些帝国主义的所谓“专家”、“学者”和“权威”还大肆鼓吹所谓“中国没有石油”、“中国大部分地区几乎无石油蕴藏之可能”等谬论,企图限制我国石油工业的发展。

解放后,在伟大领袖毛主席和共产党的领导下,对我国各地区进行了全面的石油地质勘查,在我国的广大地区多处找到了丰富的石油和天然气矿藏。六十年代初,英雄的大庆工人阶级,仅仅用了两年多的时间就建成了一个大型的石油开采和炼制基地。大庆的革命精神和经验,促进了我国其他地区油田的建设,无产阶级文化大革命以来,相继建成投产的,就有天津地区的大港油田,山东地区的胜利油田等等大型油田,从而使我国石油和天然气产量有了迅速的增长,并建立了完整的石油工业体系,摘掉了强加给我们的“中国贫油”的帽子,给了帝修反以沉重的打击,庄严地宣告我国依靠“洋油”的时代已经一去不复返了!

由于炼油工业的飞跃发展,也给以石油为原料的有机化学工业打下了物质基础。从六十年代初,我国即开始发展以石油为原料的基本有机化学工业,但当时由于受刘少奇一伙的反革命修正主义路线,“洋奴哲学”“爬行主义”的干扰,使基本有机化工得不到应有的发展。自无产阶级文化大革命以来,在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线的指引下,我国基本有机化学工业战线上的广大工人,革命干部和革命技术人员,坚决贯彻“鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义”的总路线,认真落实“备战、备荒、为人民”的伟大战略思想,发扬艰苦奋斗自力更生的革命精神,打破洋框框走自己工业化的道路,大大促进了基本有机化工的发展。在北京,上海,兰州等地建立了许多现代化的基本有机化工生产装置。例如,北京石油化工总厂就是文化大革命中由我国自行设计、自行制造设备、自行按装的一个现代化大型石油-化工联合企业。从1968年10月开始建设,到1972年即已建成十几套炼油和化工装置,生产了丁二烯、苯乙烯、苯酚、丙酮、合成橡胶、塑料等有机化工产品以及其它石油产品。又例如,于1975年初步建成的上海石油化工总厂,其主要产品为涤纶、腈纶和维尼纶等合成纤维的单体以及高压聚乙烯塑料等。在此同时,我国工人阶级还根据土洋结合,大中小并举等一整套两条腿走路的方针,在各省地区建立了许多中小型的基本有机化工厂,对我国基本有机化工的发展也起了积极的作用。我们坚信,在毛主席革命路线的指引下,今后我国的基本有机化学工业一定还会得到更大的发展,为建设伟大的社会主义祖国发挥应有的作用。

二、基本有机化工的原料

(一) 以石油及天然气为原料制取基本有机化工产品。

在五十年代的初期,一般采用炼油工业的副产品即炼厂气(主要成分为甲烷、乙烷、丙烷及少量的丁烷和烯烃)作为原料,通过裂解和分离,获得乙烯、丙烯,进而合成各种基本有机化工产品。

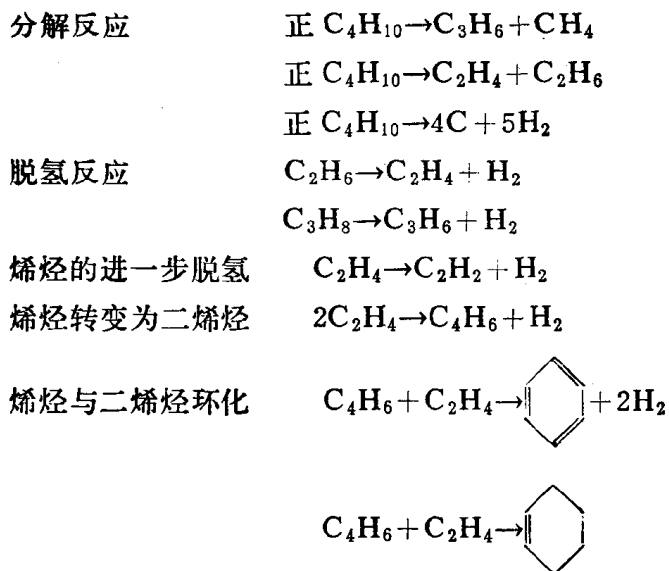
后来,由于基本有机化工的迅速发展,仅以炼厂气为原料就显得不够用了,而且也易受炼油厂的地区和规模的限制,因此有必要开辟新的裂解原料来源。根据各国各地区资源情况不同,原料路线也有所不同。西欧和日本主要用石脑油作为原料,而美国则主要用天然气作为原料。六十年代中期以后,石脑油资源也感到不足,因石脑油产量只占原油加工量的15~20%,而美国的天然气资源又近于枯竭,故现又都开始采用较重的石油馏份,如煤油、柴油和重油作为原料,并有直接用原油为原料的趋势。

油田气和天然气主要由甲烷、乙烷、丙烷和丁烷组成,并含有少量戊烷以上重组分。如果只含甲烷或甲烷以外的烷烃很少,就称为干气;如果除甲烷以外,还含有不少其它烷烃,就叫做湿气。我国天然气资源极为丰富,大部分为干气。油田气则无例外的都是湿气。油田气和天然气目前除主要用作气体燃料外,也是基本有机化工的原料。由甲烷可生产碳黑,可制成合成气以生产合成氨和甲醇,也可氯化制成氯甲烷或高温裂解生产乙炔。乙烷以上的烷烃则可用于裂解生产烯烃。

1. 石油馏份的裂解及裂解炉

在工业上把由石油烃中分子量较大的烃类经过高温化学反应以制取分子量较小的烃类的过程总称为裂解。石油烃在高温下是不稳定的,会发生键的断裂,由较大分子量的烃变成较小分子量的烃。这个反应是个吸热反应,所以裂解需在不断供给热量的高温条件下才能进行。

裂解过程实际上是很错综复杂的,它除了碳碳键的断裂反应以外,还有异构化、环化、氢转位以及聚合、缩合等二次反应或副反应。例如,可以正丁烷为例,简单说明裂解过程的情况。正丁烷裂解过程中的主要反应包括:



此外,尚有裂解产物的进一步裂解以及聚合或缩合成大分子量的焦油状聚合物等反应。

由于裂解过程十分复杂,因此,裂解产物总是一个复杂的混合物,一般裂解产物包括气、液、固三部分。裂解气中有基本有机化工所需要的低分子烯烃、烷烃和氢气,液体焦油中则有苯、甲苯、二甲苯等宝贵产品。固体焦炭则是我们所不希望的副产物。

基本有机化工进行石油馏份裂解的目的一般是希望得到尽可能多的烯烃,为此,必须控制反

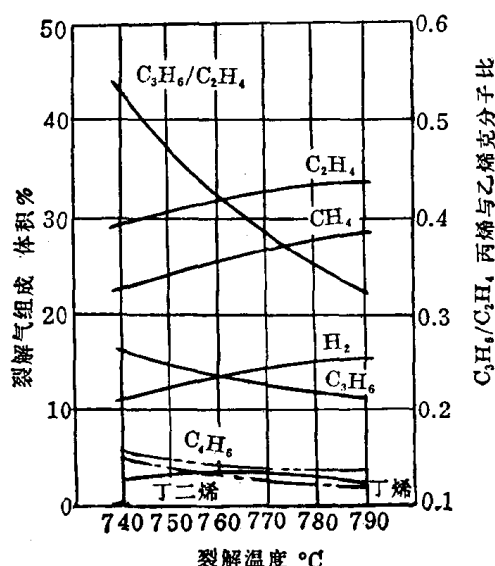
应条件使裂解过程朝着有利于生成烯烃的方向发展。实践和理论都已经证明，影响裂解过程的主要因素是原料的性质、反应温度、反应时间和水蒸汽的用量。

“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。”烃类的结构及分子量不同，在裂解条件下进行各种反应的反应性能也不同，因而烯烃的产率及产物组成也很不相同。以乙烷为原料时，可获得最大产率的乙烯，在转化率为 64.1% 时，单程乙烯产率可达 47.66% (重量)，如果将未反应的乙烷返回裂解时，乙烯之总产率约可达 80%。乙烷裂解时所得丙烯及重烃很少。以丙烷为原料时，除可获得大量乙烯外，还可得大量丙烯，其副产甲烷较多，而 C_4 以上重烃甚少。包括石脑油、煤油、柴油在内的液体原料是烷烃、异烷烃、环烷烃及芳烃等的复杂混合物，其性质一般以其密度及沸程等来表示(石脑油的沸程为 $40\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，煤油为 $160\sim 260^{\circ}\text{C}$ ，柴油为 $200\sim 350^{\circ}\text{C}$)。一般说来含烷烃量较高的原料，乙烯收率也高，副产品少。支链烷烃比直链烷烃产生的丙烯多，而乙烯较少。含环烷烃多的原料产乙烯少，但对生产丁二烯有利。含芳烃多的原料则对制取烯烃最为不利，这主要是因为芳烃几乎不裂解，而且还会通过缩合等反应生成沥青等易结焦的物质，影响正常操作。此外，原料烃的分子量越大(沸程越高)，乙烯收率越低，而副产丙烯、丁二烯及芳烃就越多。

裂解必须在高温下才能进行，烯烃产率一般随温度的升高而增加，但超过一定范围后又会下降。具体的温度范围则随原料不同以及希望得到的产品不同而异。一般说来，以低沸点烃类为原料时裂解温度较高；以高沸点烃类为原料时，温度较低。例如，以乙烷和丙烷为裂解原料时，生产乙烯和丙烯的最适宜温度为 810°C 左右，而以原油来制取乙烯和丙烯时，温度以 750°C 左右为宜。同一种原料因裂解温度的不同，产品组成也会有所不同。例如，采用管式炉裂解直馏汽油时，裂解气的组成与裂解温度的关系如图所示。

由图中可以看出，在 $740\sim 790^{\circ}\text{C}$ 的范围内，随温度升高乙烯浓度增大而丙烯浓度下降，因此工业上可以用调整裂解温度的办法来调整乙烯与丙烯的比例。此外，裂解温度过高时，裂解气中 H_2 与 CH_4 的含量会增加，焦油及焦炭量也加大，一般说来这是不利的。而裂解温度过低时，裂解气中 C_5 及 C_6 以上重组分会增加，气体产率下降。

反应时间影响裂解深度。在一定范围内，反应时间长则裂解深度加大，烯烃产率提高。如时间过长则甲烷、氢和焦油增多。但反应时间过短的则必然使原料转化不完全，大量原料没有参加反应，这样烯烃产率也不高。因此，为了获得最好的乙烯产率，需要选择最适宜的反应时间。需要特别指出的是反应时间与温度有密切的关系，温度越高，最适宜的反应时间越短。而温度高、反应时间短对烯烃产率是有利的。目前裂解炉的改进方向之一就是力求达到高温短



用管式炉裂解直馏汽油时，裂解气组成与裂解温度的关系图

停留时间。

管式炉裂解都是在水蒸汽存在下进行的。水蒸汽的作用是降低烃的分压以提高烯烃的产率和减少焦油的生成,并有防止管式炉炉管结焦的作用。因此提高汽/烃比对裂解有很大好处。但过大的汽/烃比造成蒸汽的过多消耗。通常使用的汽/烃比与原料及操作条件等有关。由于分子量大的烃易于结焦,因此要求较高的汽/烃比。表-1 为使用各种原料时的典型汽/烃比。

表-1

裂 解 原 料	汽/烃 (重量)
乙 烷	0.25~0.40
丙 烷	0.30~0.50
石 脑 油	0.50~0.80
柴 油	0.80~1.00

裂解过程的主要设备就是裂解炉。根据供热方式的不同,裂解炉型很多。目前工业上应用最广泛的是管式炉。

因为反应温度在 800°C 左右,管壁温度高达 $900\sim 1100^{\circ}\text{C}$ 左右,因此所用管子材料必须是耐高温的合金钢。国外多采用高镍铬合金钢(例如,25Cr, 20Ni)。我国冶金工人在毛主席“独立自主,自力更生”的伟大号召下,为了制成适合我国资源情况的耐热钢材进行了大量的工作,已取得了很大的成就,如完全不含镍铬的铁铝锰钢 25Mn, 8Al, 5Si, 2Ti 及含铬 5% 的 40Mn, 18Al, 5Cr, 5SiMoTi 等钢种经过生产试验都取得很好的结果。

虽然管式炉的基本原理不复杂,但具体要考虑的问题也不少,主要是如何提高管式炉的生产能力、增加烯烃的产率,降低燃料消耗等,因而也就产生了裂解管如何安排以及燃料喷嘴如何排布和废热锅炉清焦等问题,目前各种形式的管式炉已不下数十种之多。最大的管式炉一台可年产乙烯 5~6 万吨。

管式炉的特点是技术成熟、设备比较简单、产率高。但它对原料有一定限制,目前一般只用于裂解较轻的原料如炼厂气和石脑油,并且它还需要较多的特殊钢材。

除了管式炉外,还有蓄热炉、砂子炉等裂解炉型。

蓄热炉是以耐火砖为热载体,在一定周期内加热与裂解交替进行的裂解装置。蓄热炉设备简单,不需要特殊钢材,对原料适应性大,而且投资小、上马快,较适合小型基本有机化工厂的需要。这种炉型的缺点是操作间歇、生产参数不易控制稳定,并且裂解气中混有少量 CO_2 及 N_2 等杂质。

砂子炉是以砂子为循环载热体的流化床裂解炉,它对原料适应性强,可以裂解原油也可以裂解液态烃,生产能力大。但设备高大,磨损快,投资较多。

此外,正在研究中的尚有融盐裂解炉,浸没燃烧裂解炉以及火焰裂解炉等等。

2. 应用不同原料裂解所得产品及收率情况

用不同原料进行裂解,得到的乙烯及其它烯烃、芳烃等产率差别很大。例如,用乙烷为裂解原料,乙烯产率为76.5%;用丙烷裂解,乙烯产率为42%;用石脑油裂解,则乙烯产率为31.2%;用柴油裂解,乙烯产率为24.6%。用气体原料时,裂解汽油产率很小,而用石脑油或柴油为原料时,则分别可达24.2%或17.5%。裂解汽油中含有约50%的苯、甲苯和二甲苯。而“三苯”是大家所熟知的重要有机化工原料。因此,我们采用何种原料路线,要根据各地区的资源、综合利用的情况以及产品方案等多方面的因素综合考虑才能确定。下面将年产45万吨乙烯所需各种不同原料的数量及其它产品的数量和产率等情况列于表-2以供参考。

表-2 年产45万吨乙烯所需原料及其它产品和收率情况表

物料名称	乙 烷		丙 烷		正 丁 烷		直馏石脑油		柴 油	
	吨/年	收 率 (重量%)	吨/年	收 率 (重量%)	吨/年	收 率 (重量%)	吨/年	收 率 (重量%)	吨/年	收 率 (重量%)
原 料	590,310		1,070,820		1,224,070		1,437,120		1,848,645	
拔 顶 气	95,265	16.0	321,165	30.0	266,580	21.0	260,415	18.1	217,035	11.6
乙 烯	450,000	76.5	450,000	42.0	450,000	36.8	450,000	31.2	450,000	24.6
丙 烯	17,280	2.9	173,250	16.2	253,935	20.0	211,725	14.7	255,615	13.6
碳 四 馏 分										
丁 二 烯	7,920	1.24	34,245	3.20	37,845	3.10	53,775	3.74	67,905	3.68
丁 烯	3,375	0.56	14,670	1.40	156,825	12.70	59,940	4.24	80,010	4.32
裂 解 汽 油	16,470	2.80	64,305	6.00	50,400	4.10	347,335	24.2	327,150	17.50
裂解燃料油	—	—	13,185	1.20	28,485	2.30	53,910	3.80	450,900	24.80
产 物 合 计	590,310	100.0	1,070,820	100.0	1,224,070	100.0	1,437,120	100.0	1,848,645	100.0
裂解汽油中苯、甲苯、二甲苯数量	11,250	1.9	36,405	3.40	23,405	1.92	225,765	15.2	124,200	6.70

(二) 以煤为原料制取基本有机化工产品

以煤为原料制取基本有机化工产品的途径有三个,即生产电石、气化和炼焦副产。

将焦炭或无烟煤与生石灰在1700~1900°C的电炉中一起熔融便可得到电石



电石与水作用则可得到乙炔。由乙炔可以生产很多基本有机化工产品。虽然近年来由于以石油为原料的乙烯生产有了迅速的发展。许多产品的技术路线产生了重大的变化,原来以乙炔为原料的路线已被淘汰。但也仍有一些品种目前还不能从乙烯制备,所以乙炔仍为基本有机化工的重要原料。由电石法生产乙炔,每公斤乙炔约需耗电10度左右。在无廉价电能的情况下,这是个很严重的问题。因此,乙炔发展的速度(包括由石油烃制乙炔在内)近几年来远远落后于乙烯的发展速度。

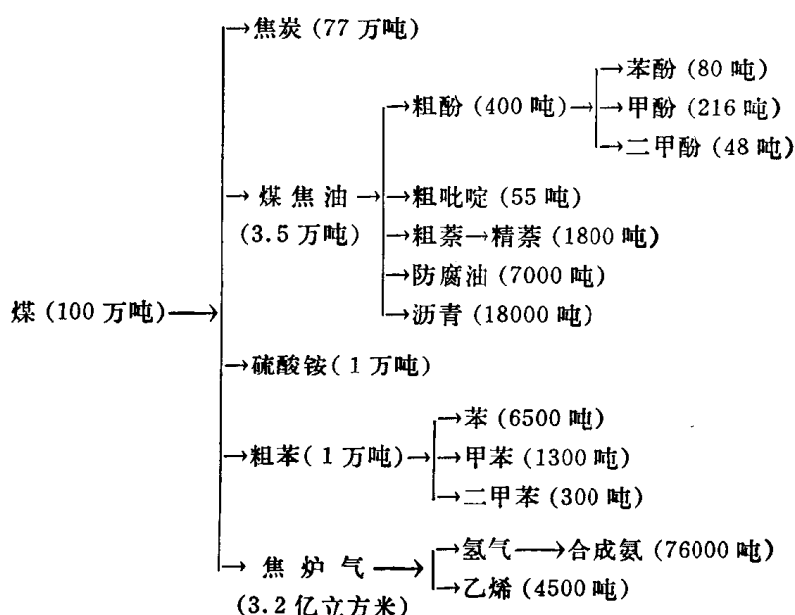
如果将煤或焦炭在空气不足的条件下燃烧,就可以得到含CO较多的所谓发生炉煤气。如在燃烧过程中还加入一部分水蒸汽,则除了生成CO外,还产生一部分H₂,即得到所谓水煤气。

发生炉煤气和水煤气除了用作气体燃料和生产合成氨外，在基本有机化学工业中也可用来生产醇、醛和烃类。

炼焦的主要目的是获得冶金所用的焦炭。在炼焦的同时，可得到一系列副产品：煤焦油、粗苯和焦炉气。煤焦油中含有粗酚、萘等有机原料；粗苯中除苯外尚有甲苯和二甲苯；而焦炉气的主要成分是 H_2 54~63%， CH_4 20~32%、 C_2H_4 1~3%。因此，它们都可作为生产一部分基本有机化工产品的原料。表-3 即为炼焦时所得主副产品及产量的典型情况。

虽然，基本有机化工的生产，目前从世界上来说，主要以采用石油天然气为原料，但由于煤的储藏量远多于石油，我国又是世界上煤储藏量最多的国家之一，加之炼焦工业规模巨大，炼焦副产的综合利用必须考虑，因此，煤仍然是生产基本有机化工产品的重要原料之一。

表-3 炼焦副产品



(三) 由农林副产品生产基本有机化工产品

农林产品及其副产物是有机化学工业的四大天然资源之一，用它们可以生产一部分有机化工产品。可以作为基本有机化工原料的农副产品概括来说可以分为：含淀粉的物质——薯类、野生植物的种子等；含纤维的物质——木屑、芦苇、稻草、玉米芯、棉籽壳等；非食用油脂——蓖麻油、桐油等。利用这些农副产品以生产基本有机化工产品的主要方法是发酵、水解和干馏。例如，含淀粉物质通过发酵可以制得乙醇或丁醇和丙酮；玉米芯等水解可以制得糠醛；木材干馏可得甲醇、醋酸和丙酮。

我国土地广阔，农产丰富，广大贫下中农以大寨为榜样，在改造大自然的伟大斗争中取得一个又一个的胜利，农业生产连年获得丰收。农业生产的大好形势提供了数量很大的农副产品做为生产一部分基本有机化工产品的原料。我们必须综合利用，把一些野生植物和农林产品的下脚料充分地利用起来生产一些基本有机化工产品是有可为的。

三、基本有机化工的主要产品

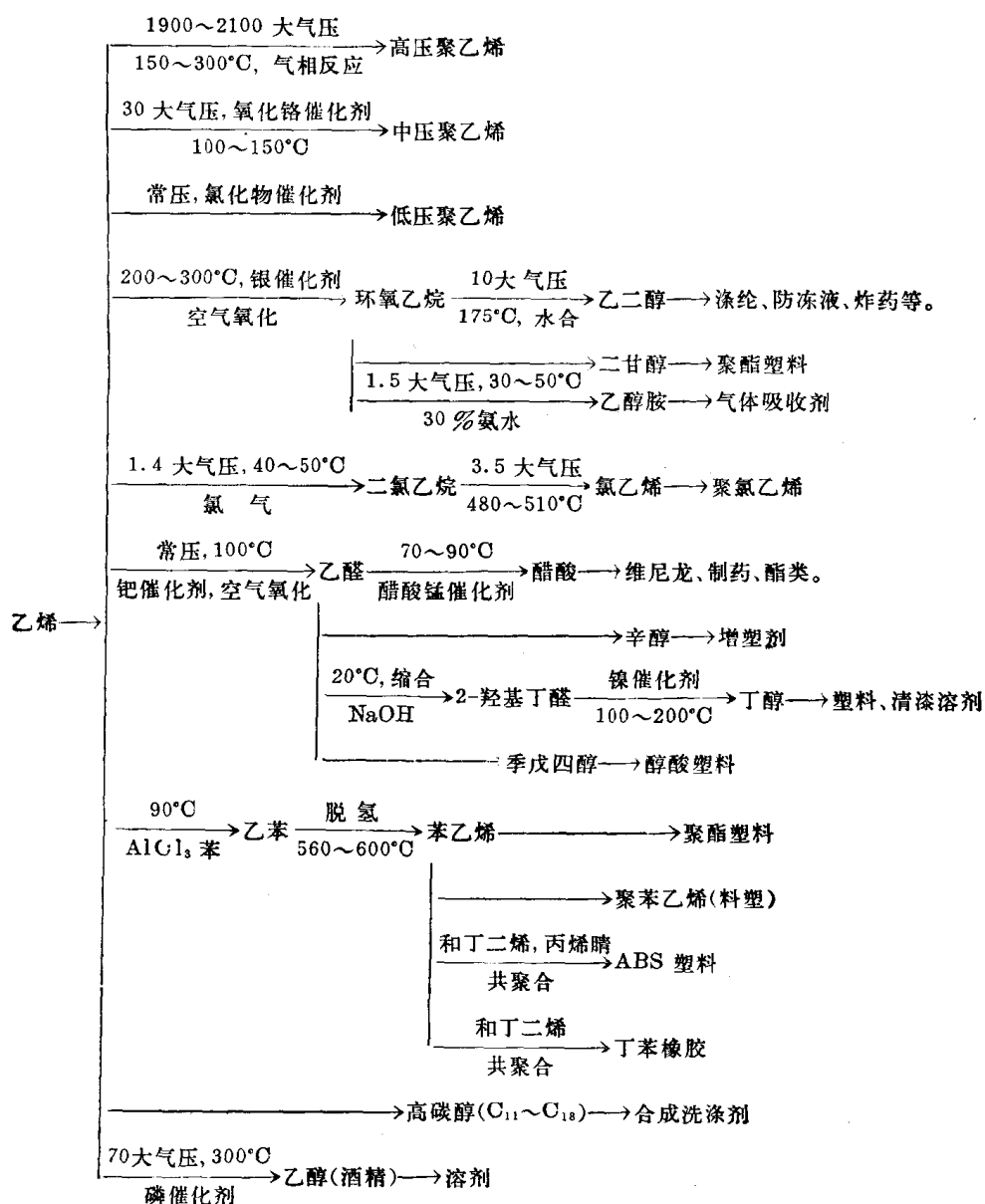
1. 乙烯系统的产品

由乙烯出发可以生产绝大部分的基本有机化工产品。目前, 乙烯用途的分配大致为:

用于聚乙烯 30~50% 用于环氧乙烷 5~15% 用于苯乙烯 8~10%
用于乙醛 10~15% 用于其它产品 1~2%

为了较全面地了解乙烯系统产品的情况, 将乙烯系统的主要产品列成表(表-4), 以供参考。

表-4 乙烯系统主要产品①



① 表-4~7 所示工艺条件只是部分的有代表性的情况。

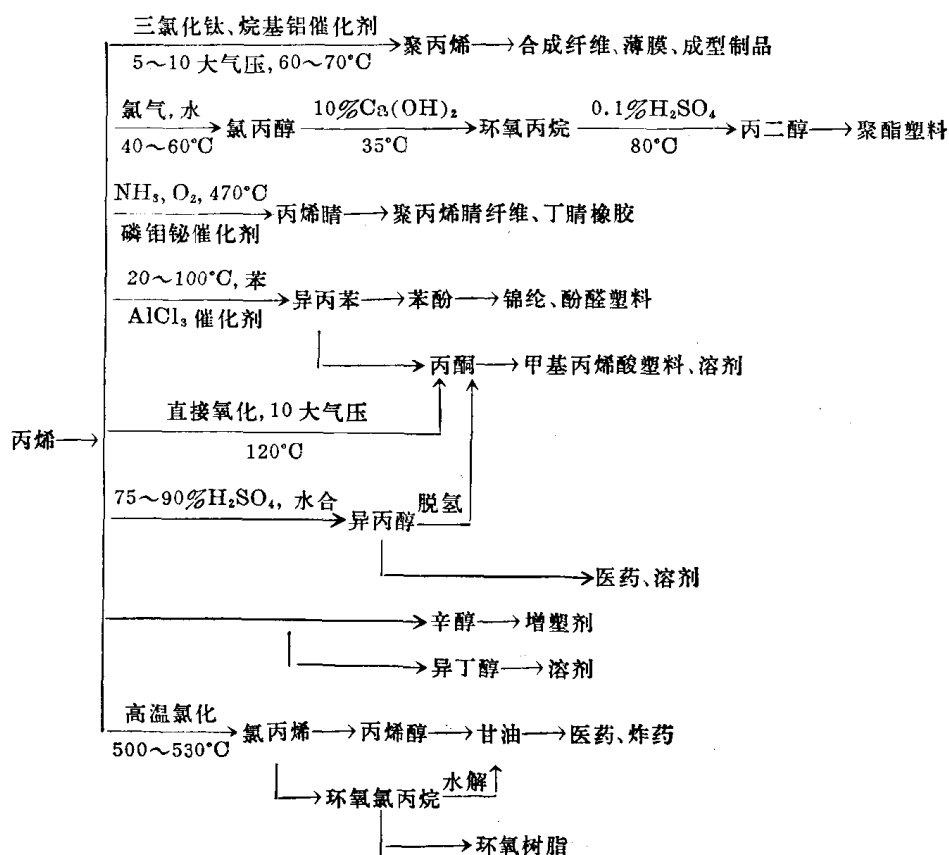
2. 丙烯系统的产品

丙烯产量一般为乙烯的 3/5 左右。所以从烯烃的综合利用上考虑，把丙烯加工成有用的化工产品是很重要的。丙烯用途的分配大致为：

用于聚丙烯	30~40 %
用于丙烯腈	30~35 %
用于异丙醇及丙酮	10~12 %
用于丁、辛醇	6~8 %
用于环氧丙烷	5~6 %
用于其它	3~4 %

丙烯系统产品的重要性在基本有机化工中仅次于乙烯系统的产品。下面将丙烯系统的主要产品列成表(表-5)以供参考。

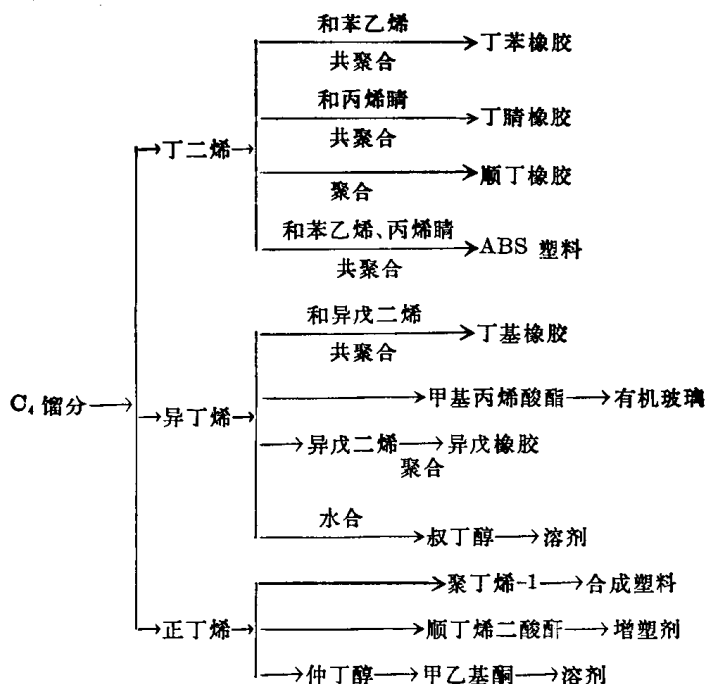
表-5 丙烯系统主要产品



3. 碳四系统的产品

由石油馏份裂解所得到的碳四馏份约为乙烯量的 40% 左右。如何有效利用这些馏份对乙烯成本影响很大。当前主要的利用方法是将其分离为丁二烯、异丁烯和丁烯，再由此分别制成产品。由于丁二烯用途较大，故亦常将丁烷、丁烯脱氢以制造丁二烯。表-6 即为碳四系统主要产品。

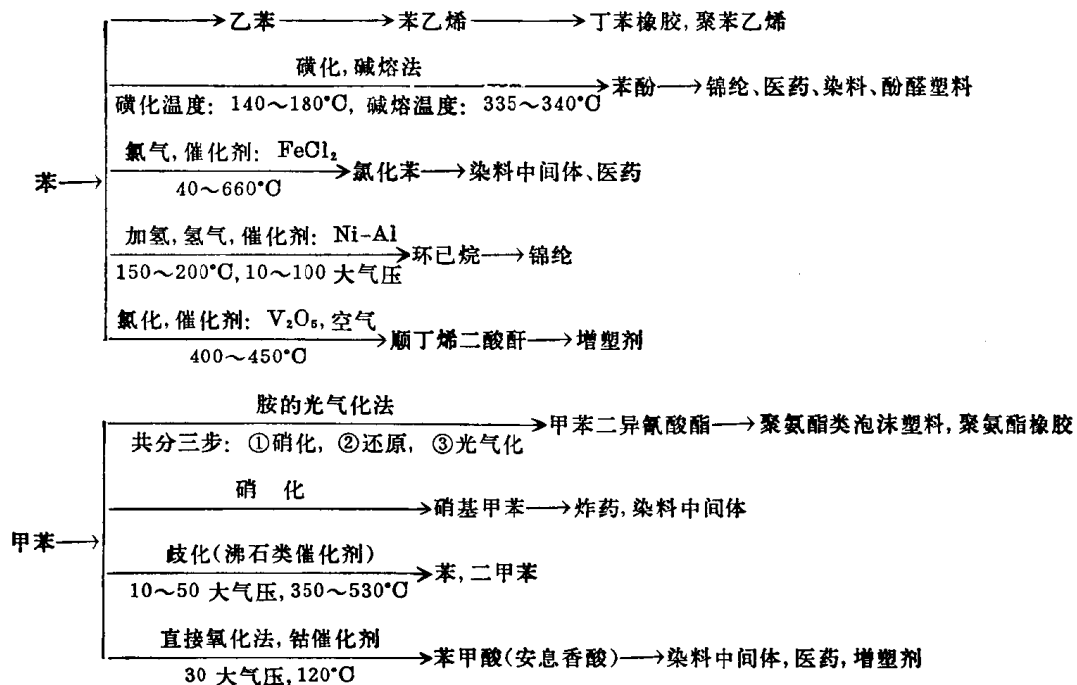
表-6 碳四系统主要产品

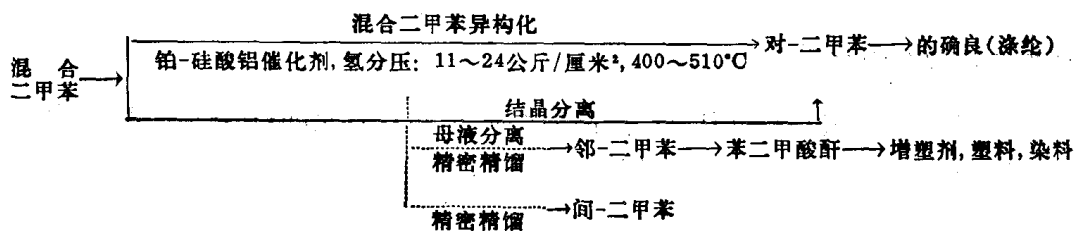


4. 三苯系统的产品

三苯(苯、甲苯、二甲苯)不仅可以直接作为溶剂, 而且可以进一步加工生产各种有机化工产品, 表-7 即为三苯系统主要产品表。

表-7 三苯系统主要产品

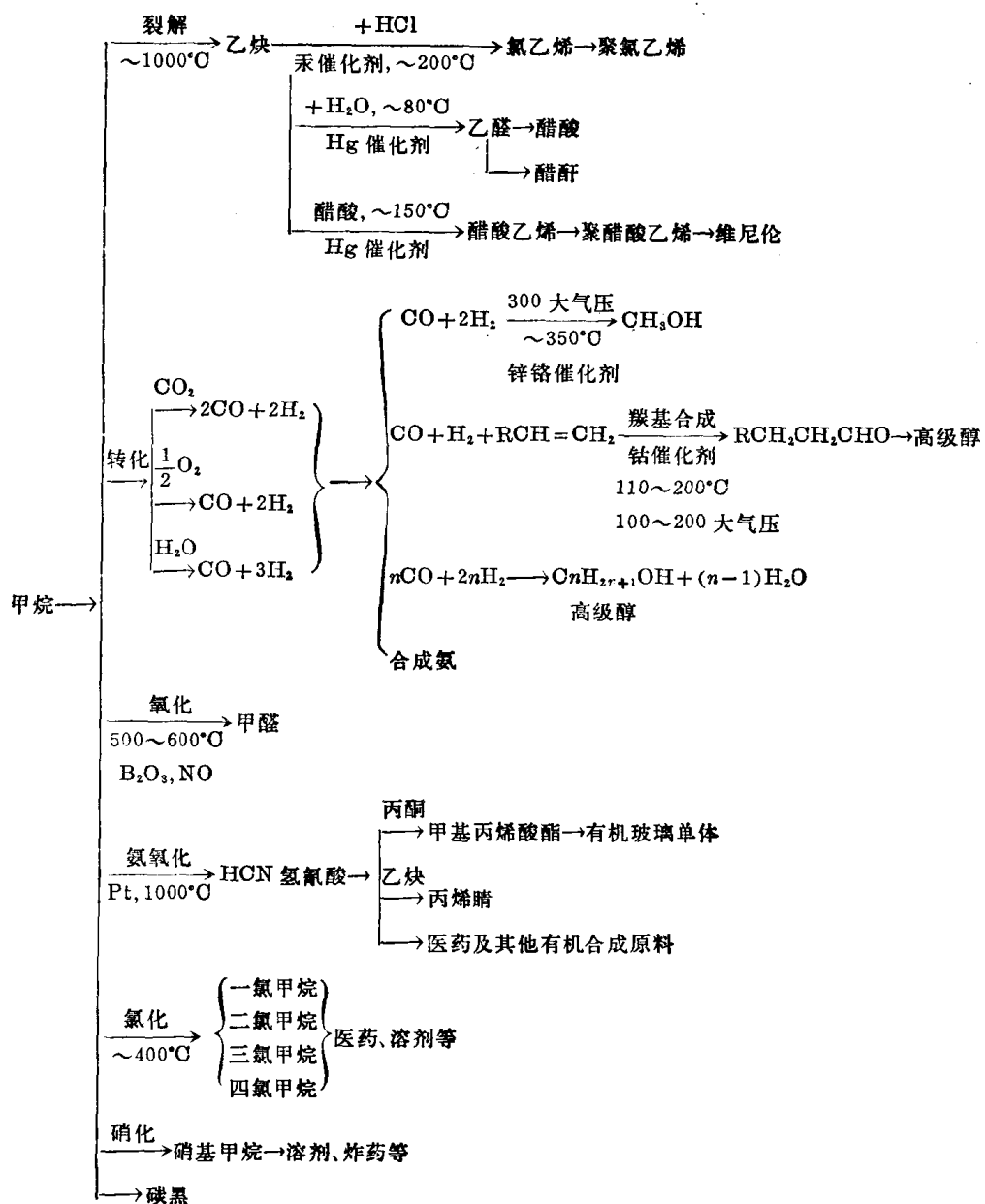




5. 甲烷系统的产品

甲烷目前主要用做气体燃料和生产合成氨, 但也可用于基本有机化工以生产某些重要的产品。甲烷系统的主要产品如表-8 所示。

表-8 甲烷系统主要产品



四、本课程的基本内容

基本有机化工的特点是原料来源广泛,产品种类繁多,生产量大,而且新产品不断增加,新工艺层出不穷。因此,基本有机化工的反应过程类型很多,其反应条件各有特点,有高温、高压、低温、减压,各种情况都有,而且大部分还都是催化反应。此外,由于原料及反应物常为复杂的多组分混合物,各个组分的物理或化学性质又往往极为近似,故原料与产品的分离和提纯也常常是基本有机化工生产中的重要问题,甚至是决定某些生产过程的关键。

根据这些特点,本课程的内容是系统地讨论与基本有机化工生产密切有关的基础理论(热力学和动力学)、重要的单元操作(流体流动、传热和重要的分离过程)和化学反应过程。着重理论与实践的紧密联系及化工计算的基础训练(物料衡算、热量衡算、平衡计算和速率计算)。并讨论如何运用这些基础理论和技术知识来分析、评价典型生产流程、工艺条件和设备,使学员初步地获得解决基本有机化工生产实际问题的能力。

伟大领袖毛主席教导我们说:“一个正确的认识,往往需要经过由物质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成。这就是马克思主义的认识论,就是辩证唯物论的认识论。”“理论的基础是实践,又反过来为实践服务。”在本课程的学习中,必须始终注意把理论知识和生产实践紧密地联系起来,认真参加各项实践性教学环节,不断地用实践来验证,丰富和巩固所学的理论知识,并用所学知识为祖国的社会主义革命和社会主义建设服务!