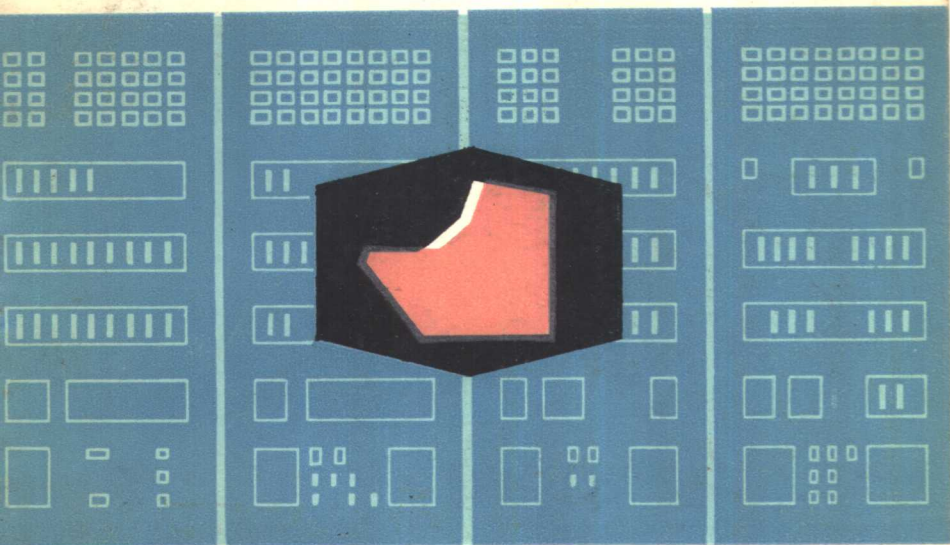


黄蕴璞 编



石油化工常识

(修 订 本)

化学工业出版社

石油化工常识

(修订本)

黄蕴璞 编

化学工业出版社

本书从石油炼制开始，至石油化工最终产品为止，简明地介绍了整个石油化学工业的概况，内容丰富，通俗易懂。

包括的内容有：石油炼制与裂解、分离的基本知识；酒精、甘油等主要有机原料的生产方法；合成橡胶、塑料、纤维等石油化工最终产品的性能、用途和生产方法；石油化工综合利用和三废处理等基本知识；最后，扼要地介绍了石油化工诞生六十年来技术发展过程。

本书供从事石油化工的领导干部、管理人员、青年工人以及有关学校的师生阅读。

在本书修订过程中，黄蕴璞同志写完草稿后因病去世，以后由王伯英同志对原稿进行校阅，修改了第十、十二章部分内容，并增写了第十四章。

石油化工常识

(修订本)

黄蕴璞 编

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092^{1/32}印张63⁸字数139千字印数1—6,000

1982年2月北京第1版1982年2月北京第1次印刷

统一书号15063·3359定价0.55元

目 录

第一章 用途非常广泛的石油	1
第二章 石油的炼制	9
(一) 蒸馏	14
(二) 裂化	15
(三) 溶剂萃取	20
(四) 脱蜡	21
(五) 重整	21
(六) 其它	22
第三章 石油的化工利用途径	25
(一) 裂解	30
(二) 分离	35
(三) 芳烃分离	38
第四章 基本有机化工原料	51
(一) 乙醇(酒精)	53
(二) 环氧乙烷和乙二醇	53
(三) 乙醛和乙酸(醋酸)	55
(四) 异丙醇	58
(五) 丙酮	58
(六) 环氧丙烷和丙二醇	59
(七) 丙三醇(甘油)	60
(八) 苯酚(石炭酸)	63
(九) 顺丁烯二酸酐(顺酐)	64
(十) 邻苯二甲酸酐(苯酐)	65
(十一) 环己烷	65
(十二) 苯胺	66
第五章 合成树脂和塑料	67
一、合成树脂	67
(一) 环氧树脂	69

(二) 醇酸树脂.....	70
(三) 脲醛树脂.....	71
(四) 聚碳酸酯树脂.....	71
(五) 硅树脂.....	72
(六) 离子交换树脂.....	73
二、塑料.....	75
(一) 聚氯乙烯.....	77
(二) 聚乙烯.....	79
(三) 聚丙烯.....	80
(四) 聚苯乙烯.....	81
(五) 酚醛塑料.....	82
(六) 有机玻璃(聚甲基丙烯酸甲酯).....	83
(七) “塑料王”(聚四氟乙烯).....	85
(八) 其它.....	87
三、成型加工.....	88
第六章 合成纤维.....	90
(一) 锦纶(聚酰胺纤维).....	94
(二) 涤纶(聚酯纤维).....	96
(三) 腈纶(聚丙烯腈纤维).....	97
(四) 维纶(聚乙烯醇纤维).....	98
(五) 丙纶(聚丙烯纤维).....	100
(六) 氯纶(聚氯乙烯纤维).....	100
(七) 其它.....	101
第七章 合成橡胶.....	104
(一) 丁苯橡胶.....	110
(二) 顺丁橡胶.....	112
(三) 异戊橡胶.....	113
(四) 氯丁橡胶.....	114
(五) 丁基橡胶.....	116
(六) 丁腈橡胶.....	117
(七) 乙丙橡胶.....	118
(八) 其它.....	119
第八章 合成洗涤剂.....	125

(一)	烷基苯磺酸钠·····	126
(二)	烷基磺酸钠·····	127
(三)	α -烯基磺酸钠·····	128
(四)	合成脂肪酸钠·····	129
(五)	脂肪醇硫酸钠·····	129
(六)	脂肪醇醚硫酸钠(或称脂肪醇乙氧基硫酸钠)·····	130
第九章	其它石油化工产品·····	132
(一)	氮肥·····	132
(二)	农药·····	133
(三)	染料·····	134
(四)	炸药·····	134
(五)	医药·····	135
(六)	涂料·····	135
(七)	粘合剂·····	136
(八)	溶剂·····	136
(九)	增塑剂·····	139
(十)	石油蛋白·····	140
(十一)	合成纸、合成木材、合成皮革·····	140
(十二)	其它·····	141
第十章	天然气的化工利用·····	142
(一)	天然气的脱硫及硫的回收·····	145
(二)	炭黑·····	146
(三)	氢氰酸·····	146
(四)	氯甲烷·····	147
(五)	乙炔及乙炔系产品·····	148
(六)	合成气化学和甲醇化学产品·····	151
(七)	天然气蛋白·····	156
第十一章	综合利用和联合企业·····	157
(一)	油田气和食盐综合利用·····	158
(二)	石油裂解所得产物以生产合纤为主的综合利用·····	158
(三)	更大范围的综合利用设想·····	158
第十二章	石油化工三废处理·····	161
(一)	废水处理·····	161

(二) 废气处理.....	167
(三) 废渣处理.....	170
第十三章 安全防护.....	173
第十四章 国外石油化工发展简介.....	176
(一) 石油化工蓬勃发展.....	176
(二) 综合利用不断深化.....	179
(三) 发展前景蔚然可观.....	190
(四) 科研生产重大成就.....	193

第一章 用途非常广泛的石油

石油是一种用途非常广泛的宝贵的矿藏，到今天，人们对于石油的利用已经有了很长的历史。

早在汉朝（公元100年前后）的时候，我国人民就已经知道利用石油来烧饭和点灯了。瑞士人在十八世纪发明了近代的煤油灯，十九世纪末开始广泛采用。

在历史上，石油不仅用于照明、燃烧和润滑等方面，而且在很早就用于军事上。根据历史记载，公元578年，突厥族的军队包围酒泉城。当地居民奋起抵抗，用石油烧毁了突厥族人攻城用的工具，打退了敌人的进攻，保卫了酒泉城。

人们发现和利用石油的历史虽然很久，但是直到十九世纪末，对石油的利用还仅限于一般燃料、照明、润滑、医药等方面，在很长一段时期以内，人们主要是利用从石油中提炼出来的煤油，而把比煤油轻的汽油和比煤油重的其他组分都当作易燃、易爆或脏污的废物而烧掉或抛入大海之中去了。这个时期被称为“煤油时期”。

后来，随着内燃机的问世（十九世纪末叶）和人们对于石油的认识和了解的不断加深，石油产品逐渐被利用到经济、军事和人们生活的各个领域。

首先，它已成为广泛采用的优质动力燃料。石油在燃烧时的发热能力很强，同样重量的石油比同样重量的煤炭或其他可燃性物质在燃烧时所放出的热量要大得多。比如：燃烧一公斤石油，能得到的热量为10,000多千卡，而燃烧一公斤

木柴所能得到的热量仅为2000~2500千卡，燃烧一公斤煤所能得到的热量也只有5000~6500千卡。

不仅如此，石油贮存时所占的体积也较小，作为燃料使用时比较方便，这样就可以以石油产品为燃料来制成各种大小不同的发动机，从而制成各种各样的交通工具或其他机器。

所以，现在人们已经广泛采用从石油中提炼出来的汽油、煤油、柴油等产品做为汽车、拖拉机、内燃机车、飞机、坦克、轮船的动力燃料。在现代国防上，如超音速飞机、导弹、火箭等的燃料也离不开石油产品，因此，由于能以石油为原料获得许多高效优质的特种燃料，石油就成为重要的军事战略物资。

石油除用来作为燃料的来源之外，还有着非常广泛的用途。比如：

从精密的钟表到各种庞大的发动机、机器和机床在运转过程中所需要的润滑油，是从石油中提炼出来的。

要大力发展化肥工业，要不断提高合成氨的产量，就必须广辟获得氢气（氢气是合成氨的原料之一）的合理途径，而以某些石油产品和天然气为原料，能够十分经济地制取氢气。

在我们伟大祖国的许多地方，有着纵横交错的柏油马路，而柏油是由渣油和沥青组成的，渣油和沥青都是从石油中来的。

医院中所用的凡士林，是从石油中来的，日常生活中使用的蜡烛，也是从石油中来的……。

特别引人注目的是，把石油或石油产品进行化学加工，可以得到各种有机化工原料，利用这些有机化工原料，可以

制造出各种重要的产品：

汽车、拖拉机的轮胎所用的合成橡胶，是用从石油中所获得的原料制成的；各种经久耐用、美观大方的塑料鞋、塑料伞、塑料布、塑料盆、碗等也是由石油中所获得的原料来制成的，就连那深受大家欢迎的质量优良、色泽鲜艳的合成纤维制品，什么的确良啦，腈纶毛线啦，尼龙布料啦，维棉布啦等等，制造这些东西的原料也是从石油中来的。

此外，象农药、炸药、肥皂、医药、染料、合成洗涤剂等具有广泛用途的产品，都可以以石油为原料来制取。就连大量需要的木材、皮革和纸张，人们也正摸索着以石油为原料制取。

面对这种情况，人们不竟要问，石油，一看上去，不过是一种黑乎乎的油状液体，它为什么能够变成橡胶、塑料、纤维等这样一些看起来与石油毫不相干的东西呢？是采用一些什么方法来实现这个变化的呢？这些问题，就是在这本书中所要回答的主要问题，把石油变成有机化工原料，再把有机化工原料变成橡胶、塑料、纤维等产品的工业部门，叫做“石油化学工业”，这本书的任务是要以通俗的语言来简要叙述石油化工的全貌，所以取名为“石油化工常识”。

石油之所以能够经过一系列的变化而变成橡胶、塑料、纤维等这样一些看起来与它毫不相干的产品，是由于它的性质和所含有的化学成分决定的，所以，下面我们对石油的一般性质和化学成分做一介绍，也就是要弄清楚石油究竟是什么东西。

石油是什么？它是从地底下开采出来的一种由古代的植物尸体经过非常复杂的变化而成的油状液体物质。

石油通常是暗褐色或者黑色的液体，也有一些地方采出

来的石油是黄色、淡红色、淡褐色的。它埋藏在深度从几百公尺到几千公尺的地壳里。

石油有一种特殊的刺鼻的气味，有的石油闻了以后，很久都会感到它的气味，例如含有硫的石油，就有臭蛋的气味。

石油能够燃烧，最初发现石油时，人们都用它来点灯。

石油比水轻，每升水的重量是1公斤，而每升石油的重量在0.9公斤左右。它不能溶解在水中，如果把石油和水放在同一个杯子中，用小棍搅混以后静置一会儿，杯子内的液体就会分成两层：上面是石油，下面是水。

水是一种液体，在常压下，把水加热到 100°C ，它就开始沸腾，如果继续加热，水会继续沸腾变成水蒸汽跑掉，但是水的温度总是保持在 100°C 不变，这就是说，水是具有恒定沸点的液体。但是石油却不是这样，当加热石油至一定温度以后，它就开始沸腾，如果继续加热，它会继续沸腾，但是他的温度却变化了，随着沸腾时间的增加，它的温度在不断增高。所以，石油是没有一定沸点的液体，在生产中，我们就要测定石油的初沸点和终沸点。

石油在通常温度下（ 25°C ）是比较粘的液体，也有的石油是呈膏状的，在较冷的温度下成为半固体甚至固体。

石油被深深埋藏在地底下，而且又是一种液体，因此，人们往往会这样想：地底下的石油，一定和在地面上的水一样，油田就是地底下的石油河或者石油湖，其实，完全不是这么回事。地底下的石油是渗透在岩石中的，如同海绵吸水那样。渗透石油的岩石是比较疏松和具有孔隙的（如同砂岩）。

根据多方面的调查研究和实践，认识到石油生成的过程大致是这样的：大批水生生物和陆地上的动植物死亡以后，

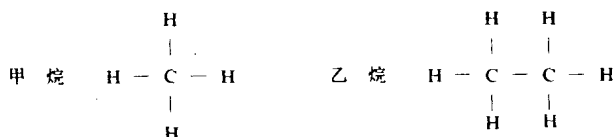
混同泥沙被河流送到海盆地或湖盆地。原来海、湖盆地中的水中生物、微生物与送来的有机物质、泥沙混合在一起沉积于盆地底部，形成有机淤泥。由于地壳的变动（下降），有机淤泥被沉积下来的泥沙一层一层地压在底部，与空气隔绝，其中的有机物质则免于被氧化。有机淤泥被埋的越深，则温度和压力越高，在一定的压力与温度、细菌以及其他条件的作用和影响下，有机淤泥中的有机物质经过长期的复杂的生物、化学变化而逐渐变成石油。由于各地动植物的种类和数量都不相同，所以各地石油的组成和性质也不完全一样。

为了深入了解石油为什么具有那样广泛的用途，还必须了解它的化学成分。石油的化学成分比较复杂，它既不是由单一的元素组成，也不是由简单的化合物组成，而是由许多种元素组成的多种化合物的混合物。石油是由碳（C）、氢（H）和少量的氧（O）、硫（S）、氮（N）等元素组成的，这些元素在石油中不是单独地存在，而是互相结合而成为多种多样的化合物。碳元素和氢元素结合所生成的化合物叫碳氢化合物。为了简便起见，在化学上通常都把碳氢化合物简称为“烃”（烃读音为“听”）。烃类是一种有机化合物，它占石油成分的97~99%。其余的成分是一些含氧的化合物、含硫的化合物和含氮的化合物，这些化合物只占石油成分的1~2%。石油中所含烃类的种类是非常多的，所以石油是大量有机化合物的混合物。

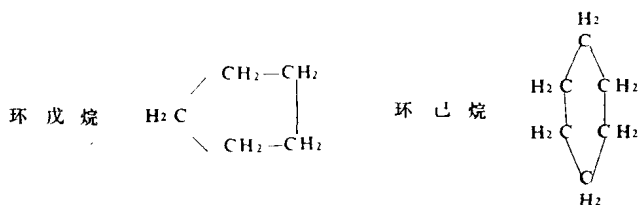
每一种化合物的分子都有一定的结构，用来表示分子结构的化学式叫做结构式。石油中的碳氢化合物，按照其分子结构的不同而分为三大类：

（1）烷族碳氢化合物 烷族碳氢化合物又称为“烷烃”。它的分子式的通式是 $C_n H_{2n+2}$ ，其中的“n”表示分子中

碳原子的个数，这就是说，对于烷烃中的任何一种化合物，如果它的分子中所含碳原子数为 n 个，则分子中所含的氢原子数就一定是 $(2n + 2)$ 个。在一般情况下，分子中含有 1 ~ 4 个碳原子的烷烃为气态；含 5 ~ 15 个碳原子的烷烃为液态，是石油的主要成分；含 16 个碳原子以上的烷烃为固态，悬浮在石油中。按烷烃分子中碳原子的个数可将烷烃分别定名为甲烷 (CH_4)、乙烷 (C_2H_6) 等。其结构式为：



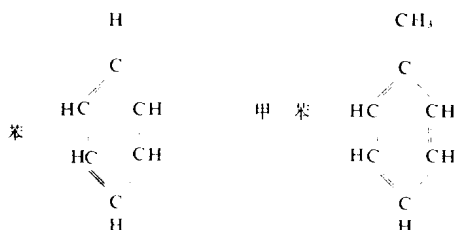
(2) 环烷族碳氢化合物 又称为“环烷烃”。分子式的通式为 C_nH_{2n} ，也就是说，对于环烷烃中的任何一种化合物，如果它的分子中所含的碳原子数为 n 个，则分子中所含的氢原子数就一定是 $2n$ 个。同时，这类化合物分子中的碳原子互相连接成环形结构，以五环和六环为最多。其结构式为：



在大多数情况下，环烷烃占石油成分的主要部分。

(3) 芳香族碳氢化合物 又称为“芳烃”。分子式的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ 。也就是说，对于芳烃中的任何一种化合物，如果其分子中所含的碳原子数为 n 个，则分子中所含的氢原

子数一定为 $(2n-6)$ 个。芳烃包括苯、甲苯、二甲苯等。芳烃具有强烈的芳香气味，但在大多数情况下，它在石油中的含量很少。



还有其他一些不饱和的碳氢化合物混杂在石油中，如烯烃类，但是数量极少。

不同油田的石油，所含各类碳氢化合物的比例是有差异的。根据石油中所含主要成分的差异，可把石油分为三大类：烷基石油（又称石蜡基石油）、环烷基石油（又称沥青基石油）和混合基石油。烷基石油含芳烃较少，象我国有些石油是属于这一类的；环烷基石油中所含环烷烃、芳香烃较多；混合基石油是介于这二类之间的石油。

各种烃类都能在空气中或在有氧气存在的条件下燃烧，生成二氧化碳和水，同时放出大量的热量，烃类的这一特性是石油能够成为极其重要的燃料的原因。

石油中所含各种烃类的沸点是不同的。在对石油加热时，沸点较低的烃类成分先气化，沸点较高的烃类成分后气化，所以，石油没有恒定的沸点。利用蒸馏的方法，可以把沸点相近的各种馏分蒸馏出来，获得多种各有特点的燃料和其他产品，即汽油、煤油、柴油、润滑油、渣油等。

作为石油化工的基本原料的烯烃（乙烯、丙烯、丁二烯等）在原油中是很少存在的，但在高温分解石油产品——裂解和裂化时，可以得到它们。同时，石油中所含的芳烃能提取出来做化工原料，而且，经过“重整”，能使石油中的非芳烃变成芳烃。这里所说的烯烃和芳烃都是重要的基本有机原料，这就是能以石油为原料，经过一系列化学加工而得到大量石油化工产品的原因。

通过以上的叙述我们可以初步了解到石油是一种具有非常广泛用途的矿藏，石油之所以有这样广泛的用途，主要是由于它的化学组成决定的。

第二章 石油的炼制

石油是由多种碳氢化合物组成的，直接利用的途径很少，直接用来作为燃料，也只能用来烧锅炉。这样使用石油，是很大的浪费。将石油加工成不同的产品，则能物尽其用，可以充分发挥其效能。

由油井喷出的石油（原油），由于溶解了部分气体（轻质烃类），携带了少量水、盐及泥沙，直接送到炼油装置来炼制，将会出现很多问题，如堵塞管道、腐蚀炉管、降低设备的处理能力、影响产品质量等。因此，在进行炼制前，首先需要对原油进行预处理，将油与气分离开，泥沙沉降掉，然后采取电法或化学法脱盐脱水。如果原油和水乳化严重，还要加入破乳化剂以助于油与水的分离。

把经过脱盐脱水后的原油送到炼油厂进行加工，可生产出汽油、煤油、柴油、润滑油及沥青等。各炼油厂的总流程虽不尽相同，有的简单些，有的复杂些，但不外乎以生产汽油、煤油、柴油等燃料用油为主或兼以生产润滑油两种流程。现作一简单介绍。

生产燃料用油的石油炼制流程中有三个装置，即蒸馏、裂化、焦化的装置（图2-1）。常减压蒸馏装置使原油分出汽油、煤油、柴油后，以减压蒸馏所得馏出油作为催化裂化的原料油。减压蒸馏塔底得到的渣油作为延迟焦化的原料油。这样使轻、重馏份油均有适当的出路，而且可以较多地获得轻馏份油（汽油、煤油、柴油）。这种流程很简单，但获得的

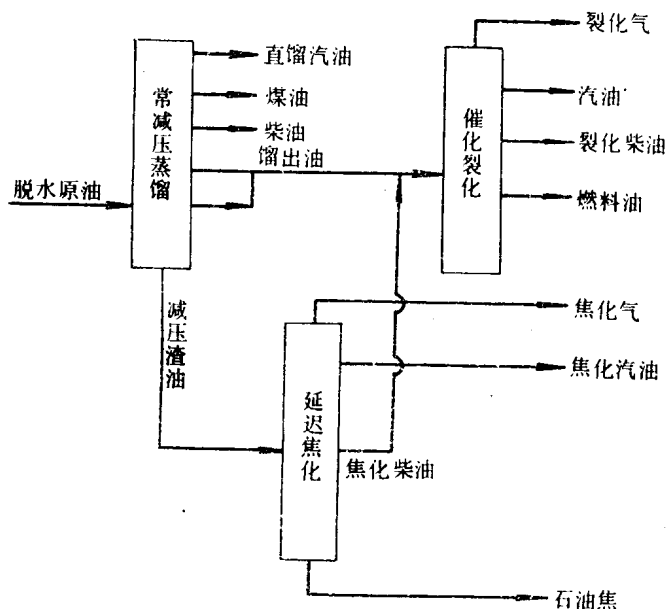


图 2 1 生产燃料用油的炼油厂流程图

产品质量不理想，如焦化汽油的生胶物较多；裂化柴油的重芳烃含量高，十六烷值低；直馏汽油的辛烷值低等等，作为合格产品出厂时，尚需进一步处理，或加以调配混兑才可。这个简单流程是生产燃料用油的炼制流程的大概情况。若需要沥青，可将延迟焦化装置改为氧化沥青装置，用空气吹制减压渣油生产沥青。

生产润滑油的装置主要有四个，即丙烷脱沥青、溶剂脱蜡、溶剂精制和白土精制（图2-2）。由于对润滑油的要求首先是适宜的粘度，因此通过减压蒸馏分割为轻、中、重及汽缸油四种馏份，馏份越重粘度就越高。粘度会随温度变化，