

炼油基本知识



吉林人民出版社

炼油基本知识

吉林省石油化工学校 编
吉林市石油化工实验厂

吉林人民出版社

内 容 提 要

本书全面地介绍了石油及其产品的性质及用途, 炼油厂各类炼油装置的工艺原理及常用设备(塔、炉、换热器及泵等)。考虑到常减压蒸馏装置, 催化裂化装置及铂重整装置在各类炼油厂的重要性, 因而, 本书对这三套炼油装置的工艺原理, 操作条件及设备作了重点介绍。同时对润滑油生产及其他炼油装置作了适当介绍。

本书适于炼油厂操作工人阅读, 也可供炼油厂工作人员和有关专业学校师生参考。

炼油基本知识

吉林省石油化工学校 编
吉林市石油化工实验厂

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行
长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 4 9/16印张 98,000字
1978年7月第1版 1978年7月第1次印刷
书号: 15091·142 定价: 0.32元

前 言

我国是一个石油资源非常丰富的国家，也是世界上最早发现和利用石油的国家之一。但解放以前，由于遭受三座大山的压迫，石油工业极端落后，所用的石油产品几乎全靠外国进口。当时，各帝国主义国家大量向我国倾销“洋油”，还污蔑我国为“贫油国”。

新中国成立初期，以美国为首的帝国主义对我国实行经济封锁，妄图阻碍我国工业的发展。在我国三年自然灾害时期，苏修社会帝国主义背信弃义，撕毁合同，撤走专家，妄想用石油卡我们的脖子。我国人民在党和毛主席的英明领导下，顶妖风，战恶浪，决心走“独立自主、自力更生”的道路，坚决甩掉我国石油工业落后的帽子。六十年代初，我国石油工人，以毛主席的光辉著作《矛盾论》和《实践论》为指导，头顶蓝天，脚踏荒原，发扬了一不怕苦、二不怕死的大无畏革命精神，开发建设了大庆油田，从此我国的石油工业就迅猛地发展起来了。到1963年，石油产品基本实现全部自给，结束了我国使用“洋油”的时代。现在我国已经开发了数十个油田，建成了许多现代化的大型炼油厂。目前，我国石油及石油产品不仅满足了国内需要，而且还有部分出口。

石油产品是汽车、拖拉机、飞机、轮船的动力燃料。各种机器所使用的润滑油都是石油馏分经过精制而制得的。石油还是现代化学工业的重要原料，利用油田气、炼厂气、石

油裂化气等可以制做塑料、纤维、橡胶、油漆、染料、医药、农药、化肥等许多种化工产品。因此，石油是发展现代工业、现代农业、现代国防、现代交通、现代科学文化的重要物资。故人们把石油称为工业的“血液”。

石油是一种重要的战略物资，中东石油历来就是帝国主义掠夺的对象。1973年中东各石油输出国联合斗争，取得了很大胜利。现在各资本主义国家能源危机，物价飞涨，工业失调，日子越来越不好过，但在我国石油工业是一派繁荣景象。我国原油产量大幅度增长，炼油能力日新月异，就大庆油田来讲，现在的原油产量比1965年增长了五倍，炼厂能力比原设计能力提高了将近一倍。文化大革命以来，我国还建成了一些合成氨、硝酸铵、丙烯腈等大、中型化工装置。为我国石油化工开辟了新路。我省的石油工业和石油化工也将迅速地发展起来。

为了适应石油工业飞速发展的大好形势，帮助石油战线上的新战士和广大工农兵群众掌握炼油工业的技术知识，我们在上级党委的领导和有关部门的支持下，采取工人、工农兵学员、专业教师三结合的形式编写了《炼油基本知识》这本小册子。初稿形成后，我们又深入炼厂调查研究，广泛征求了工人师傅、技术人员和领导干部的意见，对初稿作了认真的修改和补充，使书稿质量得到进一步的提高。本书由侯克伸、赵杰民、李国浩、姜中山、刘占钧、马葆富、胡学贵执笔，胡学贵同志定稿，李祚杰同志绘图。由于我们的路线觉悟不高，技术水平有限和实践经验不足，书中的缺点和错误还可能存在，请广大读者批评指正。

编 者

1977年1月

目 录

第一章 石油与石油炼厂的任务·····	(1)
第一节 石油及其组成·····	(1)
第二节 炼油厂的类型和常见的炼油装置·····	(9)
第二章 石油产品及其用途·····	(13)
第一节 石油产品的分类·····	(13)
第二节 石油及其产品的物理性质·····	(15)
第三节 石油燃料产品的应用·····	(20)
第三章 石油的蒸馏分离·····	(32)
第一节 石油蒸馏分离的原理·····	(32)
第二节 常减压生产装置·····	(42)
第三节 精馏塔和加热炉·····	(49)
第四节 常减压塔的操作控制·····	(57)
第四章 石油的二次加工·····	(61)
第一节 热裂化和延迟焦化·····	(62)
第二节 催化裂化·····	(67)
第三节 铂重整·····	(87)
第四节 加氢裂化·····	(95)
第五章 润滑油生产·····	(99)
第一节 润滑油的作用·····	(100)
第二节 润滑油的分类·····	(103)
第三节 润滑油化学组成分析·····	(105)
第四节 润滑油生产工艺·····	(107)
第六章 换热设备·····	(119)
第一节 换热设备的分类·····	(119)

第二节 常用换热设备的结构及特点.....	(119)
第三节 换热设备的选用及其维护.....	(124)
第七章 泵.....	(127)
一、泵的分类.....	(127)
二、离心泵.....	(127)
三、往复泵.....	(131)

第一章 石油与石油炼厂的任务

第一节 石油及其组成

一、石油的外观

远在汉朝时候，我国劳动人民对石油的色泽、性状、用途已作了广泛的了解和研究，如甘肃酒泉一带的劳动人民在泉水中发现了石油，把它称作“石漆”。经研究，发现“始黄后黑”，“如凝膏”，是一种“燃之极明”的好燃料，开始用来烧饭，点灯与润滑车辆。“石油”这一名称最早出自北宋沈括的著作《梦溪笔谈》中，他在书中写道：“鄜（县）延安（安）境内有石油”。现在人们把地下开采出来，未经加工的“石油”叫做“原油”。

“石油”和“原油”意义是相通的。在凝固点以上，石油是深色的粘稠液体，在凝固点以下，则是深色的膏状物或固体。一般讲，石油的颜色是由棕色到黑色，如四川原油——黄绿色，大庆油田原油——黑褐色。石油颜色的深浅与它所含的胶质和沥青质的数量有关。胶质和沥青质的含量愈多，颜色就愈深。石油的凝固点与含蜡量多少有关，含蜡量少的，凝固点低，在常温下是能流动的液体；含蜡量高的凝固点高，在常温下为固体或半固体。

石油中含有低沸点的易挥发组分，如汽油、煤油等。因

此，石油具有特殊的气味。如原油中含有硫化物时，就会散发出难闻的臭味。

石油的比重比水小，一般小于1，介于0.75~1.0之间，比重小于0.9的石油称为轻质石油，高于0.9的称为重质石油。我国原油的比重在0.86~0.91之间，大多数油田的原油都是轻质原油。石油的比重与它的化学组成有关，如原油中含胶质和沥青质的量愈多，其比重就愈大。含环烷烃与芳香烃较多的石油较含烷烃多的石油比重大。

石油的外观是它的表面现象，“我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导”。因此，要通过石油化学组成的分析才能认识石油的本质。

二、石油的元素组成

世界上的物质都是由各种不同的化学元素组成的，例如水是由氧和氢两种元素组成，甲烷由碳和氢两种元素组成，乙醇由碳、氢、氧三种元素组成。石油是由许多化合物组成的复杂混合物。它是由哪些元素组成的呢？经过化学分析，石油是由碳、氢和少量氧、氮、硫等十余种元素构成的。其中碳占84~85%，氢占12~14%，二者合计约占96~99%，其余硫、氧、氮和微量的氯、碘、砷、磷、钾、钠、铁、镍等约占1~4%左右。表1—1为几种石油的元素组成。

石油的元素组成直接影响石油的物理化学性质，例如含硫、氧、氮之类的化合物愈多，原油含胶质、沥青质的量就愈多，其比重就愈大。从腐蚀角度讲，含硫、氯、碘等元素愈多的石油，在炼油过程中对设备、管路的腐蚀性就愈强。而砷、硫、氮、铅等元素的存在又将使原油二次加工时，铂催化剂中毒。因此，了解石油元素组成对指导炼油生产与制

表1—1 几种石油的元素组成

石油产地	比 重	元 素 组 成%					
		C	H	S	N	O	C/H
大 庆	0.8615	85.75	13.31	0.11	—	—	6.45
克拉玛依	0.8679	86.10	13.30	0.04	0.25	0.28	6.48
玉 门	0.869	83.5	12.90	0.15	0.45	—	6.46
扶 余	0.8791	85	14.0	0.085	0.24	—	6.07
伊 朗	0.839	85.4	12.8	1.06	—	0.74	6.67
墨 西 哥	0.926	84.2	11.40	3.6	—	0.80	7.4

订加工方案有着重要意义。

三、石油是个复杂混合物

知道了石油的元素组成，还不能说明石油的本质。因为组成石油的各种元素并不是彼此孤立存在的。相反，它们是按一定的比例关系，通过化学键结合形成各种化合物。石油则是由这些化合物组成的复杂混合物。

据现代科学对石油的了解，石油主要是由碳和氢生成的化合物——化学上简称为“烃”的物质所组成（“烃”是取碳字的“火”和氢字中的“丿”而构成的）。此外还有一些含硫、含氧、含氮之类的化合物。

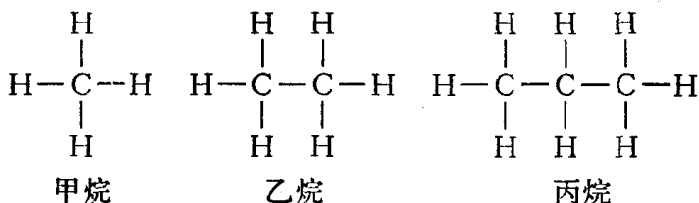
碳和氢形成的烃类化合物有许许多多，石油中的烃大体分四类：烷烃、环烷烃、芳香烃和不饱和烃。

1. 烷烃

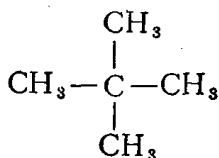
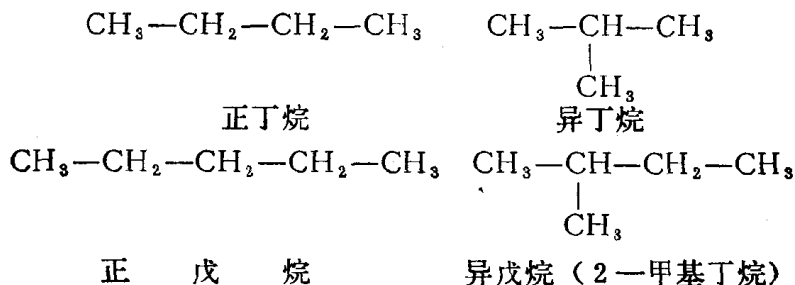
碳的化学价是4，碳原子和碳原子之间可以单键相结合，也可以通过双键或叁键相结合，对于碳原子之间以单键相结合的碳氢化合物叫做烷烃，而带双键的碳氢化合物叫做

烯烃，带叁键的碳氢化合物叫做炔烃。在化学上把烷烃称为饱和烃，把烯烃和炔烃称为不饱和烃。在原油中烷烃是主要成分，烯烃甚少，不含炔烃。

最简单的烷烃是甲烷，其次是乙烷和丙烷。它们存在于



天然气中。含四个碳原子以上的烷烃就有正构体和异构体的区别。凡碳原子排列成直链的烷烃叫正构烷烃，凡带侧链的烷烃叫异构烷烃。如丁烷有正丁烷与异丁烷两种，戊烷有正戊烷、异戊烷、新戊烷三种。烷烃的碳原子数愈多，其异构体的数目也就愈多。如含十个碳原子的烷烃就有七十五个异构体。



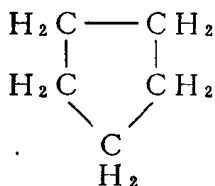
新戊烷 (2,2-二甲基丙烷)

烷烃的分子式通式是 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，式中“n”表示碳原子个

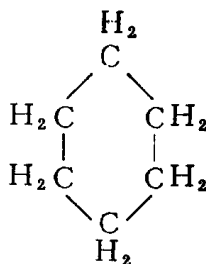
数,“ $2n+2$ ”表示氢原子个数。在我国 $C_1 \sim C_{10}$ 的烷烃是按甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸来命名的。从 C_{11} 以后便是按碳原子数命名。例如含六个碳原子的烷烃叫己烷,含十六个碳原子的烷烃叫十六烷等。在常压下 $C_1 \sim C_4$ 的烷烃为气态,存在于天然气中, $C_5 \sim C_{10}$ 的烷烃为液态,是石油的主要成分, C_{11} 以上的烷烃为固态,悬浮在石油中。

2. 环烷烃

环烷烃是环状的饱和烃,碳原子以单键相连成环状结构,其余价键为氢原子所饱和。从环的稳定性讲,由五个碳原子和六个碳原子形成的五元环和六元环最稳定。如环戊烷和环己烷。



环戊烷



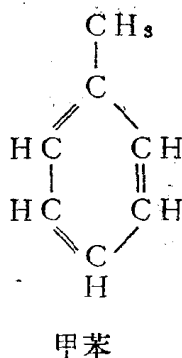
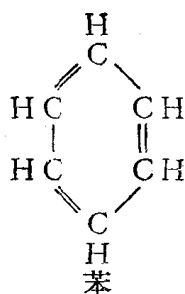
环己烷

环烷烃的通式为 C_nH_{2n} ,式中“ n ”表示碳原子数,“ $2n$ ”表示氢原子数。

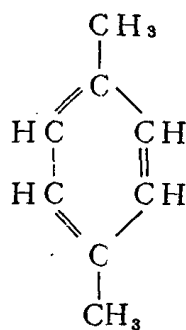
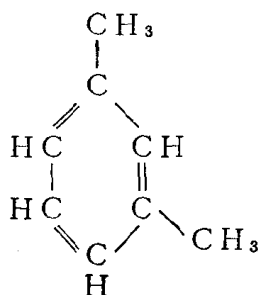
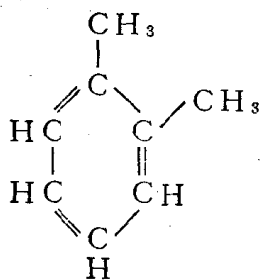
在大多数情况下,环烷烃占石油成分的主要部分。

3. 芳香烃

芳香烃的特征是具有特殊的芳香味。芳烃也是环状结构,但含氢比环烷烃少,其通式为 C_nH_{2n-6} ,最简单的芳烃是苯、甲苯、二甲苯。



在二甲苯中，由于两个甲基在苯环上的相对位置不同，有三种异构体，即邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯。



邻二甲苯

间二甲苯

对二甲苯

在大多数情况下，芳烃在石油中的含量很少。

还有一些烯烃混杂在石油中，但数量极少，对石油的成分影响不大。

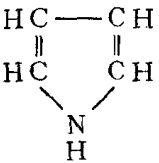
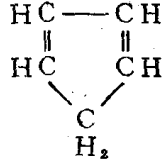
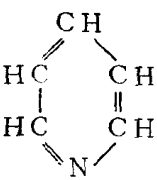
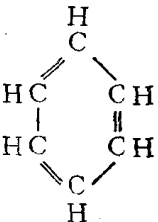
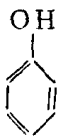
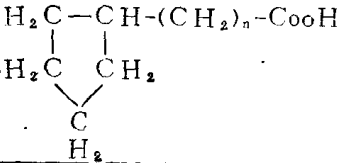
不同油田的石油，所含各类碳氢化合物的比例是不同的，根据石油中所含主要成分不同，可把石油分为石蜡基石油，环烷基石油，混合基石油等三类。石蜡基石油含烷烃较多；环烷基石油含环烷烃、芳烃较多；混合基石油是介于二者之间的石油。我国大多数油田的石油含烷烃较多，含环

烷烃、芳烃较少，属于石蜡基石油。

石油中的含硫、含氧、含氮化合物通称为非烃化合物。虽然非烃化合物在石油中的含量不多，但它们对炼油过程和油品性质却有极大的危害。例如硫化物除对金属有腐蚀作用外，还会恶化油品使用性能，使汽油的感铅性降低，恶化汽油的抗爆性。硫化物还易使油品氧化变质，生成粘稠状沉淀，影响发动机或机器的正常工作。因此，在炼厂常采用精制方法将硫除去。对于带活性基团的含氧化合物如环烷酸，苯酚等，对金属也有腐蚀作用，但可用碱洗法除去。对于含氮化合物如吡啶、吡咯等，在空气中易氧化，颜色变深，最后

表1—2 石油中已知结构的非烃化合物

	名 称	结 构 式	备 注
含 硫 化 合 物	硫 醇	$R-SH$	R—代表烷基，如 CH_3- ， C_2H_5- 等，这类化合物相当于醇中的 $-OH$ 基被 $-SH$ 基所取代，如乙醇为 C_2H_5OH ，而乙硫醇则为 C_2H_5SH
	硫 醚	$R-S-R$	R—代表烷基，这类化合物相当于醚中的 $-O-$ 被 $-S-$ 取代，如乙醚为 $C_2H_5OC_2H_5$ ，而乙硫醚则为 $C_2H_5-S-C_2H_5$
	噻 吩	$ \begin{array}{ccc} HC & - & CH \\ & & \\ HC & & CH \\ & \diagdown & / \\ & S & \end{array} $	此化合物相当于环戊二烯 $HC-CH$ 中 $-CH_2-$ 被 $-S-$ 取代

名 称	结 构 式	备 注
含 氮 化 合 物		此化合物相当于环戊二烯  中的一CH₂- 被-N-取代 H
		此化合物相当于苯  中的=C- 被=N-取代 H
含 氧 化 合 物		
		$n = 1, 2, 3 \dots$

成树脂状物，汽油变色与这类化合物有关。表 1—2 是已知结构的非烃化合物。

除上述已知结构的非烃化合物外，石油中的氧、氮、硫绝大部分都以胶质和沥青质形态存在，它们是一些分子量很

高，分子中含多种杂原子的复杂化合物，其结构不明。胶质的分子量比沥青质低，溶于苯及石油醚中，沥青质则不溶。在石油馏分中，从煤油开始便有胶质存在。沥青质是一种褐色或黑色的无定型固体物质，不挥发。石油中的沥青质全残留在渣油中，渣油中的高分子烃类可制取高粘度的润滑油，脱出的沥青经氧化用做道路、建筑以及电器绝缘沥青。

总之，石油是由许多化合物，包括烃类和非烃类等物质所组成的复杂混合物，它没有固定的沸点，只有用分馏的方法，可以把石油分馏成汽油、煤油、柴油……等等。

第二节 炼油厂的类型和 常见的炼油装置

一、炼油厂的类型

炼油厂的类型是根据原油性质和人们对石油产品的要求不同来确定的。按照生产的产品不同，炼油厂有四种类型。

1. 燃料型炼油厂

这类炼油厂主要是生产各种发动机燃料油。例如汽油、煤油、柴油以及锅炉燃料油、石油焦等。

2. 燃料——润滑油型炼油厂

这类炼油厂除生产一部分燃料油外，主要是生产各种类型的机器润滑油。生产润滑油的油料是原油中沸点范围在300~500℃甚至更高的馏分。精炼润滑油的生产过程是比较复杂的。

3. 燃料——化工型炼油厂

这类炼油厂除生产一部分燃料油外，同时生产化工原料

(例如乙烯、丙烯、丁烯、苯、甲苯、二甲苯等)和化工产品,例如合成氨、合成纤维、合成橡胶、塑料等。这种炼厂的特点是石油资源利用好,原油加工深度大,既生产石油产品,又生产化工产品。因此是今后炼油厂的发展方向。

4. 燃料——润滑油——化工型炼油厂

这类炼油厂同时生产燃料油、润滑油、各种化工原料和化工产品,对石油资源可做到充分利用,是大型联合炼油厂的发展方向。

二、常见的炼油装置

1. 常减压装置

常减压装置在上述各种类型的炼油厂中都能见到。原油进厂后,首先就经过本装置的加工处理。因此,人们把这套装置称为炼厂的“龙头”。由于它是原油加工过程的第一步,所以,炼油工业称之为“一次加工过程”。常减压装置的工作原理是基于原油是混合物,按其沸点范围不同,可分出各种直馏产品,包括直馏汽油、煤油、柴油以及减压馏分油和渣油。但由于直馏产品质量不高(例如直馏汽油辛烷值低等),故一般不做产品出厂,而是作为二次加工装置的原料或者做为油品的调合组分。

2. 铂重整装置

这一套装置是将常减压装置生产出来的直馏汽油馏分(沸点范围:80~140℃),用铂做催化剂,经过催化重整,生产芳烃——苯、甲苯、二甲苯的装置。铂重整装置的产品除了用于调合汽油,以提高汽油的辛烷值外,更重要的是为化学工业提供大量的芳烃原料。所以说铂重整装置是一个极为重要的二次加工过程。