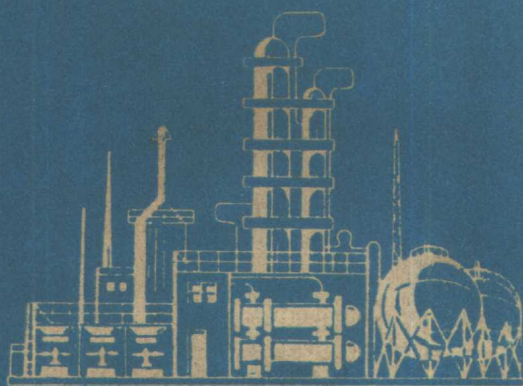
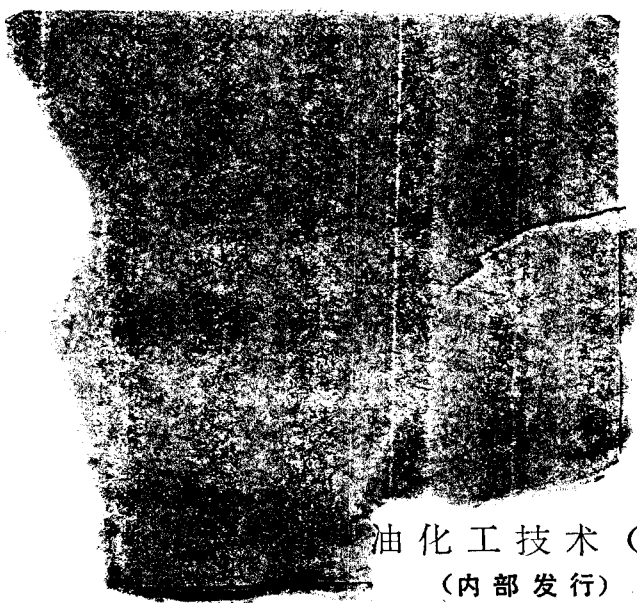


石油化工技术

(上册)



吉林省科学技术情报研究所编



油 化 工 技 术 (上册)

(内 部 发 行)

134800

出	版：吉林省科学技术情报研究所
地	址：长春市 秉路八号
发	行：吉林省科技情报所出版发行组
定	价：每册 1.00 元
印	刷：长春市斯大林大街40号

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，当前一个群众性大办石油化学工业的新高潮正在到来。石油化学是一个新兴的基础工业，它在国民经济中占有很重要的地位。直接关系到国防建设、工农业生产 and 人民的生活。可以预见，将来石油资源势必大量被用来发展化学工业。对于这种发展趋势，必须要有充分估计，并以此来考虑我省化学工业的原料路线。

为了适应我省石油化学工业日趋发展的需要，为了满足我省石油化学工业战线上的广大工人、工程技术人员和企业管理人员对石油化工基础知识的要求，我们参照胜利炼油厂、华东石油学院编写的《炼油基本知识》和燃化部工程建设红旗总部设计研究所的《炼油装置简介》的部分章节并结合我省的实际情况，邀请了吉林大学化学系、辽源石油化工试验厂、扶余县科学技术局和前郭县石油化工厂等单位的同志共同编写了《石油化工技术》。本书拟分上、下两册出版。

在编写过程中，受到了省石油化工局、吉林大学、七〇油田科技组、前郭炼油厂等单位的大力支持和热情帮助，我们致以衷心谢意。由于我们水平不高，难免有不当之处，请同志们批评指正。

23852

内 容 提 要

《石油化工技术》上册，结合我省情况，较系统地介绍了一些炼油厂主要设备的结构，工作原理、技术性能和使用操作并附有工艺参数。

内容其分为十章介绍。可供油田、炼油厂技术工人使用，也可供从事该项工作的工程技术人员、高等院校师生以及企业管理人员参考。

目 录

前 言

第一章	石油及其产品的性质和规格	(1)
第一节	石油的生成和组成	(1)
第二节	石油及其产品的物理性质	(8)
第三节	我国几种原油的一般性质	(21)
第四节	石油产品的规格及应用	(22)
第二章	石油加工典型装置和流程	(48)
第一节	炼油厂的类型及其典型流程	(48)
第二节	炼油厂的典型装置	(54)
第三章	加热炉	(92)
第一节	加热炉的型式和结构	(92)
第二节	加热炉的操作	(93)
第三节	加热炉主要工艺指标的分析	(96)
第四节	空气——蒸汽清焦法	(100)
第四章	换热器	(102)
第一节	常用换热器的型式及结构	(102)
第二节	换热器主要工艺参数及其影响因素	(107)
第五章	分馏塔	(112)
第一节	分馏塔的基本原理	(112)
第二节	分馏板的构造及选用	(115)
第三节	分馏塔的标定计算	(121)
第四节	分馏塔的操作	(135)
第六章	泵及管路	(139)
第一节	泵	(139)
第二节	管子和管件、阀件	(150)
第七章	仪表自动化	(155)

第一节	测量和变送·····	(155)
第二节	气动薄膜调节阀·····	(163)
第三节	调节器·····	(165)
第四节	自动调节系统的分析与操作·····	(169)
第八章	腐蚀及防腐·····	(185)
第一节	炼厂设备腐蚀的几类原因·····	(185)
第二节	测试设备腐蚀的几种方法·····	(189)
第三节	炼厂设备的防腐措施·····	(190)
第九章	炼油厂常用材料·····	(196)
第一节	金属材料·····	(196)
第二节	非金属材料·····	(207)
第三节	润滑材料·····	(209)
第四节	密封材料·····	(212)
第十章	安全知识·····	(214)
第一节	防火·····	(214)
第二节	防爆·····	(216)
第三节	防毒·····	(219)
第四节	防冻·····	(221)

第一章 石油及其产品的性质和规格

第一节 石油的生成和组成

一、石油的生成

石油是黑褐色粘稠的液体。它的生长是有机物质的富集和适当的生油环境，有机物质就是保存于地层中的古代生物的遗体，它是生成石油和天然气的原始物质。这些有机物质一般是与其他沉积物（例如泥沙等）混杂在一起同时沉积下来，形成水底腐泥，腐泥中的有机物质在一定的压力、温度作用下，经过长期的复杂的物理化学变化，逐步转变为石油和天然气。因此有机物质的富集是生成石油的内在根据，适当的生油环境是生成石油的外部条件，外部条件对有机物质长期作用的结果，使有机物质逐步的向石油方向转化最后生成石油。

二、石油的组成

（一）元素组成

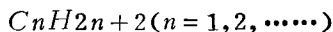
石油主要由碳和氢两种元素组成，它们在石油中占 96~99%。碳和氢结合成的化合物称为碳氢化合物，简称为烃，烃类是加工和利用的主要对象。此外，石油中还含有硫、氮、氧等元素，它们的含量虽然通常在 1% 以下，但它们与碳、氢形成的化合物含量就常达 10~20%，通常称为非烃化合物。非烃化合物，特别是硫化合物的存在，对石油加工和产品质量会造成严重的不良影响，常成为加工过程的突出矛盾。在石油中还有微量的铁、镍、钒等金属元素，它们也是以化合物形式存在，在催化裂化中，这些元素会使催化剂的性能变坏。

（二）烃组成

石油中有各种不同的烃类，按其结构可分为烷烃、环烷烃、芳香烃等。一般天然石油中不含烯烃，而二次加工产物中常含有数量不同的烯烃。

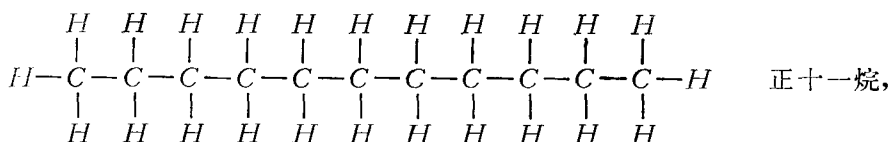
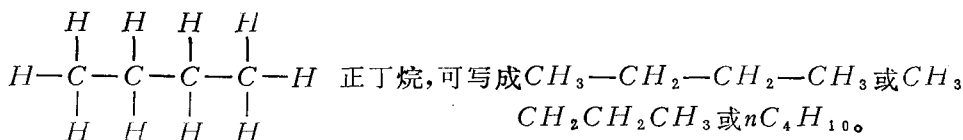
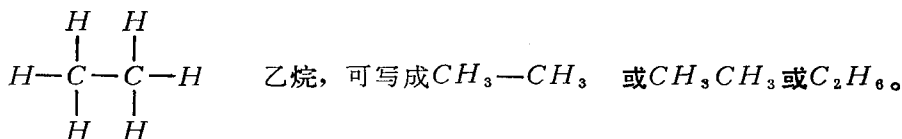
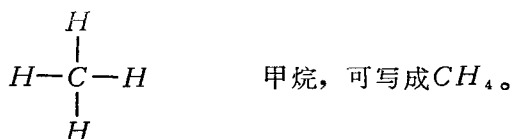
1. 烷烃

通式



（1）直链烷烃

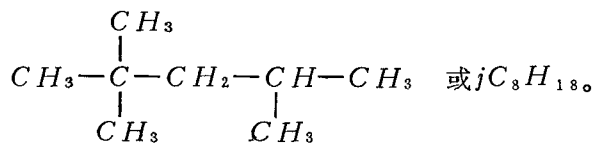
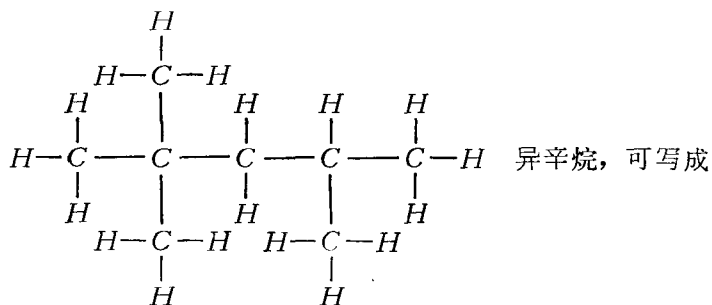
直链烷烃也叫正构烷烃。烯烃分子中碳原子数在十以下的，用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸命名，碳原子数目在十以上的，则用中文数字十一、十二……等命名。例如：



可写成 $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ 或 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ 或 $nC_{11}H_{24}$ 。

(2) 有支链的烷烃

带支链的烷烃称异构烷烃。异构烷烃按其总碳原子数命名为异“某”烷。例如：



一般总碳数相同的异构烷烃由于支链的位置及支链上的碳数不同，又可分成许多种，故按以下法则命名。

1) 烷烃分子去掉一个氢原子所剩下的部分称烷基，简写成 R —，如：

CH_4 甲烷， CH_3 —甲基；

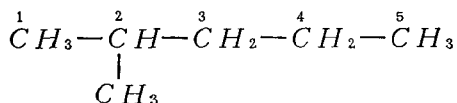
C_2H_6 乙烷， C_2H_5 —乙基。

2) 选择一个最长的碳链为主链（当有两条最长碳链时，则取支链最多的为主链，将支链看作取代基）。以主链的碳原子数来命名，称其主链为“某烷”。

3) 将主链上的碳原子依次编号, 以确定取代基的位置, 编号的原则是: 使取代基的碳原子号码最小。一般从靠近取代基的一端开始编号。

4) 用阿拉伯数字表示取代基的位置, 汉字数字表示取代基的数目, 将取代基的位置、数目、名称写在“某烷”的前面。有几个不同的取代基时, 简单的取代基写在前面, 复杂的取代基写在后面。

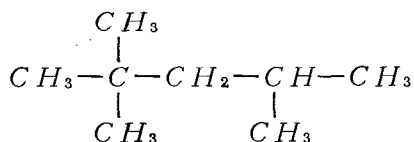
例 1



主链有五个碳原子, 故主链为戊烷。

从靠近取代基编号, 甲基在第二个碳原子上, 所以它的名称是 2-甲基戊烷。

例 2



主链有五个碳原子, 故主链为戊烷。

从左边开始编号, 则三个甲基的位置是 2, 2, 4, 若从右开始编号, 2, 4, 4, 号码 2, 2, 4 比 2, 4, 4 要小, 按编号原则则应从左边开始编号, 故它的名称是: 2, 2, 4-三甲基戊烷, 也称异辛烷。

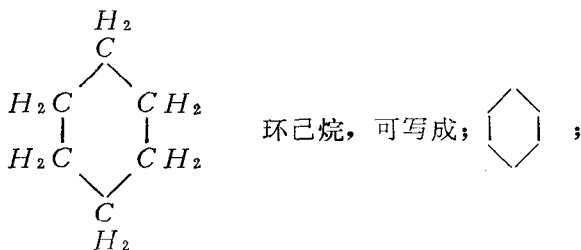
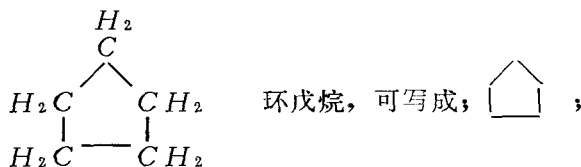
在室温及常压下, $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$ 的烷烃为气体, $\text{C}_5 \sim \text{C}_{15}$ 的烷烃为液体, 16 个碳原子以上的烷烃为固体。

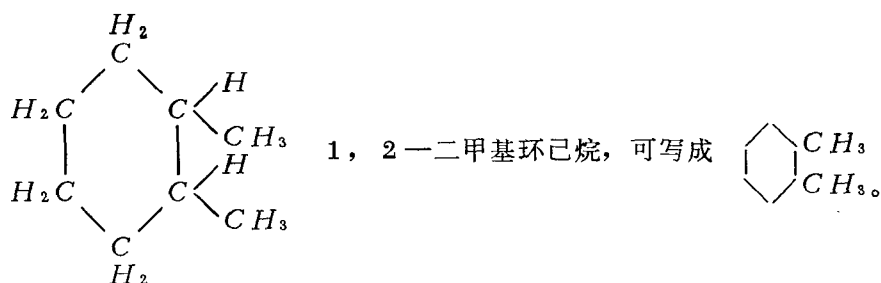
2. 环烷烃

通式为 C_nH_{2n} , 是环状结构, 分五碳环及六碳环两种。

其命名与烷烃相似, 所不同之处: (1) 主体不是碳链, 而是碳环; (2) 在名称前加一“环”字, 称环“某”烷。

例:

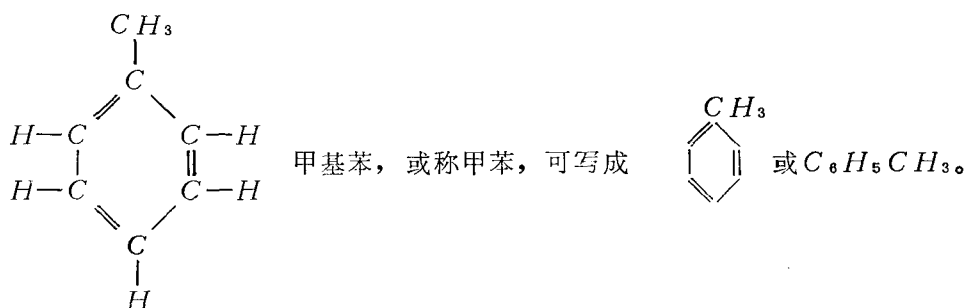
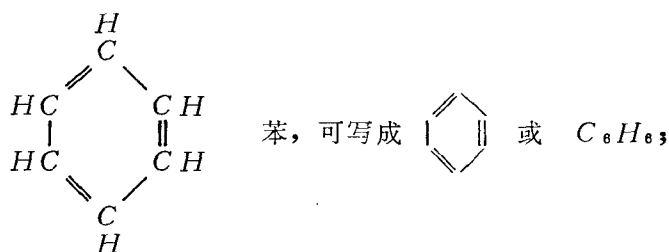




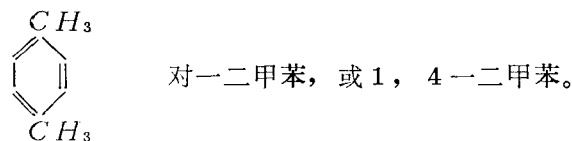
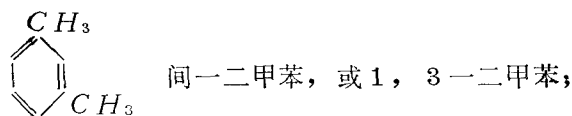
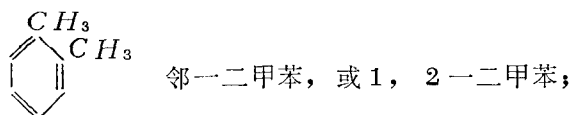
3. 芳香烃

是带苯环的碳氢化合物, 有单环及稠环之分。

单环芳烃的命名是以苯为主体, 烷基作为取代基, 其它单环芳烃的命名与烷烃命名相似。例如:

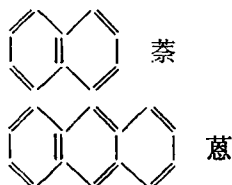


当环上有几个取代基时, 命名时则必须把取代基位置表示出来, 如:

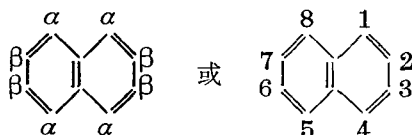


稠环芳烃的命名与单环芳烃基本相似。

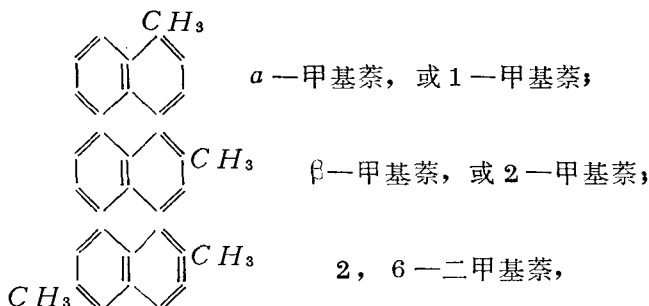
常见的稠环芳烃有:



萘环的编号：



例



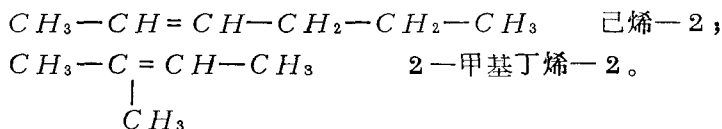
4. 烯烃与二烯烃

分子结构中有一个双键的叫做烯烃，如果有两个双键，则叫二烯烃。烯烃通式为 C_nH_{2n} ，二烯烃通式为 C_nH_{2n-2} 。

烯烃与烷烃命名法相似，所不同之处：

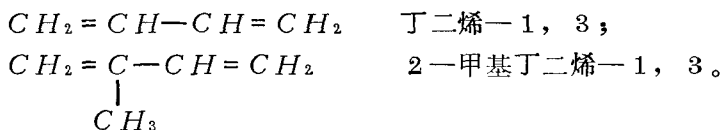
- (1) 选择包含双键在内的最长碳链为主链；
- (2) 编号时自靠近双键的一端开始；
- (3) 双键的位置用阿拉伯数字标在名称后面。

例：



二烯烃的命名法是：选择包含两个双键的最长链为主链，称为“某二烯”，其它链则看成取代基，编号时使两个双键所在的碳原子有最小号码。双键的位置用阿拉伯数字写在名称的后面。

例：



如果双键的位置在环上，则称环“某”烯或环“某”二烯。例如：



以上各种烃类的物理及化学性质将在油品的性质及加工过程的化学反应中分别结合不同的具体情况进行讨论。

(三) 非 烃 组 成

天然石油中的非烃化合物主要指含硫、含氧、含氮化合物而言。

1. 含硫化合物

石油中存在的含硫化合物有：硫化氢、硫醇、硫醚、二硫化物以及噻吩等。一般馏分产品中含有元素硫和低分子硫醇，而高分子渣油中多含硫醚、二硫化物及噻吩等。

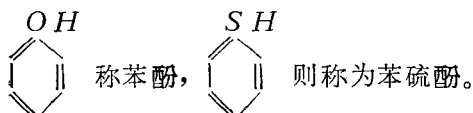
(1) 硫醇命名：烃分子中氢原子被羟基（即 OH ）取代就成为醇，如 CH_3CH_2OH 称为乙醇（即酒精），醇的羟基中的氧原子被硫置换后，形成的化合物称为“某”硫醇，简写成 RSH ，例如 CH_3CH_2SH 称为乙硫醇。

石油中硫醇的含量较少，它们多存在于低沸点馏份中。硫醇有极难闻的臭味，空气中如含有 1×10^{-8} 克/升的低分子量硫醇，即可嗅出。硫醇可与铁作用，腐蚀管线及设备，但可利用其弱酸性，与碱（氢氧化钠）作用从油中除去。

(2) 硫醚 醇中羟基（ OH ）的氢原子为烃取代后所形成的化合物称为醚，如 $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ 称二乙醚，简称乙醚。醚中的氧原子被硫取代后所形成的化合物称为“某”硫醚。简写成 RSR ，如 $CH_3CH_2SCH_2CH_3$ ，称乙硫醚。

硫醚是石油中含量较多的含硫化合物，其分布随沸点上升而增加，在高沸馏份中硫醚形态的硫有时可以占总硫量的70%以上。

(3) 硫酚 酚中羟基（ OH ）的氧原子为硫原子取代所形成的化合物称为硫酚，如



(4) 二硫化物 在烃分子中有两个硫原子的称二硫化物，简写成 $RSSR$ ，如 CH_3SSCH_3 称为二甲基二硫化物。

石油中二硫化物含量较硫醚为少，且较集中于高沸馏分中，它们的热安定性差，在 $180 \sim 200^\circ C$ 就开始分解成硫醇、硫醚及硫化氢等。

(5) 噻吩 噻吩  及其同系物①为芳香烃的杂环化合物，它们的热安定性

① 同系物是指具有同一通式、结构相似，具有相似的化学性质的一系列化合物，如前所述烃类中，正庚烷即甲烷的同系物，甲苯即苯的同系物一样。噻吩的同系物即  R 等。

较高，在石油馏分中的含量也较多。

在一般的储存或使用条件下，硫醚、二硫化物及噻吩呈中性，对金属没什么腐蚀作用，故人们常称此类硫化物为中性硫化物或“非活性硫化物”。而硫化氢、硫醇和元素硫，因对金属的腐蚀作用较大，故称为“活性硫化物”。然而“活性硫化物”与“非活性硫化物”的意义并不是绝对的，石油中的这些含硫化合物在不同条件下可以互相转化，如硫化氢被空气氧化可生成元素硫，硫与石油烃作用（150℃）也可以生成硫化氢和其他含硫化合物，二硫化物受热又可分解成为硫醚、硫醇、硫化氢等。在高温燃烧时，以上含硫化合物均可变成对金属有腐蚀作用的二氧化硫（SO₂）（如在柴油机的燃烧室中）。

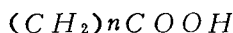
硫化物除对金属有腐蚀作用外，还会恶化油品使用性能，含硫化合物易使汽油的感铅性降低，恶化汽油的抗爆性，易使储存和使用中的油品氧化变质，生成粘稠状沉淀，进而影响发动机或机器的正常工作。目前认为，喷气燃料的氧化安定性首先决定于非烃化合物的含量，而含硫化合物在非烃类中起主要作用。

由于含硫化合物有以上害处，故炼厂常采用精制法将其除去。但是，在炼厂中建立硫黄回收的装置，就可以加工废气中的硫化氢以生产硫黄。

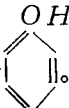
2. 含氧化合物

石油中的含氧化合物，含量最多的是环烷酸及少量的酚等酸性物质，通常总称为石油酸。

(1) 环烷酸 石油中的环烷酸主要为 ，分子式中的一



COOH称羧基，环烷酸中的羧基不直接连于环。 $n=1, 2, 3, \dots$ ，环上可能有甲基等取代基。环烷酸在石油馏分中的分布较特殊，即在中沸馏分（250~300℃）最多，而在低沸及高沸馏分中较少。环烷酸呈弱酸性，但也能腐蚀金属，故石油馏分中的环烷酸一般用碱洗的办法除去，从所得的碱渣可回收环烷酸

(2) 酚 羟基直接与芳香烃相连接的化合物称为酚。最简单的酚是苯酚 .

酚有强烈的气味（如常用的药皂）呈弱酸性，故石油馏分中的酚可以用碱洗法除去。因酚能溶于水，故炼厂污水中常含有酚。污水中的酚必须除去后才能排入沟渠，否则污水会毒害庄稼和鱼类。

3. 含氮化合物

石油中的含氮化合物主要有吡啶 、吡咯 等。

吡咯在空气中易氧化，颜色逐渐变深，最后成树脂状物，故汽油变色与其有关。

4. 胶状沥青状物质

石油中的氧、氮、硫绝大部分都以胶状沥青状物质的形态存在，它们是一些分子量

很高、分子中杂原子不止一种的复杂化合物。由于结构不明，我们只能根据其外观形状称之为胶状沥青状物质。

胶质一般能溶于石油醚（30~90℃的烷烃及环烷烃）及苯，也能溶于一切石油馏分。在石油馏分中，从煤油开始均有胶质存在。沥青质是一种深褐或黑色的无定型固体，没有挥发性，不溶于石油醚而溶于苯。石油中的沥青质全部集中在渣油中。渣油中的高分子烃类可制取高粘度的润滑油，脱出的沥青可以经过氧化制造出道路、建筑以及电器绝缘用沥青。

第二节 石油及其产品的物理性质

石油及其产品的物理性质是科学研究和生产实践中评定油品质量和控制加工过程的重要指标，也是设计和计算石油加工过程的必要数据。油品的物理性质和其化学组成及结构有密切的关系。油品是复杂的混合物，所以它的物理性质是其中各种组成的性质的综合表现。与纯化合物的性质有所不同，油品的物理性质往往是条件性的，离开了测量方法、仪器和条件，这些性质就没有意义。

一、比 重

油品的比重在生产及储运中有着重要意义，如在产品计量、炼厂工艺设计、计算等会处处用到。在某些产品规格中，为了严格控制原料来源及馏分性质，有时对比重也有一定要求。由于比重是与原油或产品的物理、化学性质有关的，所以根据比重也可大致估计原油的类型，如含烷烃多的原油的比重常较含环烷烃及芳香烃多的原油的比重低。含硫、氧、氮等化合物越多的，胶质沥青质越多的原油比重就越高。

单位体积油品的重量称为密度。同体积的油品和水的重量之比称为比重，故比重为一没有单位的数值。因为水在4℃时的密度为1，所以常以4℃的水作为基准。

油品的比重常以 d_4^t 表示，即油品温度为 t ℃时对4℃水的比重。油品在加热时，体积膨胀，比重变小，所以在高温下测得的比重要比低温下测得的比重为小。

为了便于比较，一般油品的比重常用某规定温度下的比重来表示，例如20℃或15.6℃（60°F）我国常用的比重为20℃的油品对4℃的水的比重，即 d_4^{20} 。

因此在任何温度下测得的油品比重，必须换算为20℃下的比重，采用下式：

$$d_4^{20} = d_4^t + r(t - 20)$$

式中 r 为温度校正值（即温度变化1℃时，比重的变化值）可从表1—1查得

温 度 校 正 值		表 1 — 1	
比重, p_4^t	1℃的温度校正值, r	比重, d_4^t	1℃的温度校正值, r
0.700~0.710	0.000897	0.850~0.860	0.000699
0.710~0.720	0.000884	0.860~0.870	0.000686
0.720~0.730	0.000870	0.870~0.880	0.000673
0.730~0.740	0.000857	0.880~0.890	0.000660

温 度 校 正 值

续表 1—1

比重, d_4^{20}	1℃的温度校正值, r	比重, d_4^{20}	1℃的温度校正值, r
0.740~0.750	0.000844	0.890~0.900	0.000647
0.750~0.760	0.000831	0.900~0.910	0.000633
0.760~0.770	0.000813	0.910~0.920	0.000620
0.770~0.780	0.000805	0.920~0.930	0.000607
0.780~0.790	0.000792	0.930~0.940	0.000594
0.790~0.800	0.000778	0.940~0.950	0.000581
0.800~0.810	0.000765	0.950~0.960	0.000568
0.810~0.820	0.000752	0.960~0.970	0.000555
0.820~0.830	0.000738	0.970~0.980	0.000542
0.830~0.840	0.000725	0.980~0.990	0.000529
0.840~0.850	0.000712	0.990~1.000	0.000518

比重的另一种表示方法是比重指数 ($^{\circ}API$)，它和比重的关系可用下列实验式进行换算：

$$d_{15.6}^{15.6} = \frac{141.5}{^{\circ}API + 131.5}$$

上式只适用于 $d_{15.6}^{15.6} < 1$ 的情况。

d_4^{20} 与 $d_{15.6}^{15.6}$ 之间的换算可利用下式：

$$d_4^{20} = d_{15.6}^{15.6} - \Delta d$$

已知, $d_{15.6}^{15.6}$, 则 Δd 可由表 1—2 查得,

 $d_{15.6}^{15.6}$ 与 Δd 的换算表

表 1—2

$d_{15.6}^{15.6}$	Δd	$d_{15.6}^{15.6}$	Δd
0.7000~0.7100	0.0051	0.8400~0.8500	0.0043
0.7100~0.7300	0.0050	0.8500~0.8700	0.0042
0.7300~0.7500	0.0049	0.8700~0.8900	0.0041
0.7500~0.7700	0.0048	0.8900~0.9100	0.0040
0.7700~0.7800	0.0047	0.9100~0.9200	0.0039
0.7800~0.8000	0.0046	0.9200~0.9400	0.0038
0.8000~0.8200	0.0045	0.9400~0.9500	0.0037
0.8200~0.8400	0.0044		

d_4^{20} 、 $d_{15.6}^{15.6}$ 及 $^{\circ}API$ 的换算也可由表 1—3 查得。

对于高粘态的油品, 难于直接测其比重, 但因油品的比重有可加性, 故可用等体积

油 品 比 重 换 算 表

表 1—3

比重指数 °API	比 重 ($\frac{60^{\circ}F}{60^{\circ}F}$)	比 重 ($\frac{20^{\circ}C}{4^{\circ}C}$)	比重指数 °API	比 重 ($\frac{60^{\circ}F}{60^{\circ}F}$)	比 重 ($\frac{20^{\circ}C}{4^{\circ}C}$)	比重指数 °API	比 重 ($\frac{60^{\circ}F}{60^{\circ}F}$)	比 重 ($\frac{20^{\circ}C}{4^{\circ}C}$)
0	1.0760		17.0	0.9529	0.9462	34.0	0.8550	0.8508
0.5	1.0720		17.5	0.9497	0.9460	34.5	0.8524	0.8482
1.0	1.0679		18.0	0.9465	0.9428	35.0	0.8498	0.8455
1.5	1.0639		18.5	0.9433	0.9396	35.5	0.8473	0.8430
2.0	1.0599		19.0	0.9402	0.9365	36.0	0.8448	0.8405
2.5	1.0560		19.5	0.9371	0.9333	36.5	0.8423	0.8380
3.0	1.0520		20.0	0.9340	0.9302	37.0	0.8398	0.8354
3.5	1.0481		20.5	0.9309	0.9271	37.5	0.8373	0.8329
4.0	1.0443		21.0	0.9279	0.9241	38.0	0.8348	0.8304
4.5	1.0404		21.5	0.9248	0.9210	38.5	0.8324	0.8280
5.0	1.0366		22.0	0.9218	0.9180	39.0	0.8299	0.8255
5.5	1.0328		22.5	0.9188	0.9149	39.5	0.8275	0.8231
6.0	1.0291		23.0	0.9159	0.9120	40.0	0.8251	0.8207
6.5	1.0254		23.5	0.9129	0.9090	40.5	0.8227	0.8183
7.0	1.0217		24.0	0.9100	0.9060	41.0	0.8203	0.8159
7.5	1.0180		24.5	0.9071	0.9031	41.5	0.8179	0.8134
8.0	1.0143		25.0	0.9042	0.9002	42.0	0.8155	0.8110
8.5	1.0107		25.5	0.9013	0.8973	42.5	0.8132	0.8087
9.0	1.0071		26.0	0.8984	0.8944	43.0	0.8109	0.8064
9.5	1.0035		26.5	0.8956	0.8916	43.5	0.8086	0.8041
10.0	1.0000		27.0	0.8927	0.8887	44.0	0.8063	0.8018
10.5	0.9965		27.5	0.8899	0.8858	44.5	0.8040	0.7995
11.0	0.9930		28.0	0.8871	0.8830	45.0	0.8017	0.7972
11.5	0.9895		28.5	0.8844	0.8803	45.5	0.7994	0.7948
12.0	0.9861		29.0	0.8816	0.8775	46.0	0.7972	0.7926
12.5	0.9826		29.5	0.8789	0.8748	46.5	0.7949	0.7903
13.0	0.9792		30.0	0.8762	0.8721	47.0	0.7927	0.7881
13.5	0.9759		30.5	0.8735	0.8694	47.5	0.7905	0.7859
14.0	0.9725		31.0	0.8708	0.8667	48.0	0.7883	0.7837
14.5	0.9692		31.5	0.8681	0.8639	48.5	0.7861	0.7815
15.0	0.9659		32.0	0.8654	0.8612	49.0	0.7839	0.7793
15.5	0.9626		32.5	0.8628	0.8586	49.5	0.7818	0.7772
16.0	0.9593		33.0	0.8602	0.8560	50.0	0.7796	0.7749
16.5	0.9561		33.5	0.8576	0.8534	50.5	0.7775	0.7728

油 品 比 重 换 算 表

续表 1—3

比重指数 °API	比 重 ($\frac{60^{\circ}F}{60^{\circ}F}$)	比 重 ($\frac{20^{\circ}C}{4^{\circ}C}$)	比重指数 °API	比 重 ($\frac{60^{\circ}F}{60^{\circ}E}$)	比 重 ($\frac{20^{\circ}C}{4^{\circ}C}$)	比重指数 °API	比 重 ($\frac{60^{\circ}F}{60^{\circ}F}$)	比 重 ($\frac{20^{\circ}C}{4^{\circ}C}$)
51.0	0.7753	0.7706	68.0	0.7093	0.7042	85.0	0.6536	
51.5	0.7732	0.7685	68.5	0.7075	0.7024	85.5	0.6521	
52.0	0.7711	0.7664	69.0	0.7057	0.7006	86.0	0.6506	
52.5	0.7690	0.7642	69.5	0.7040	0.6989	86.5	0.6491	
53.0	0.7669	0.7621	70.0	0.7022	0.6971	87.0	0.6476	
53.5	0.7649	0.7601	70.5	0.7005	0.6954	87.5	0.6461	
54.0	0.7628	0.7580	71.0	0.6988	0.6937	88.0	0.6446	
54.5	0.7608	0.7560	71.5	0.6970	0.6919	88.5	0.6432	
55.0	0.7587	0.7539	72.0	0.6953	0.6902	89.0	0.6417	
55.5	0.7567	0.7519	72.5	0.6936	0.6885	89.5	0.6403	
56.0	0.7547	0.7499	73.0	0.6919	0.6868	90.0	0.6388	
56.5	0.7527	0.7479	73.5	0.6902	0.6851	90.5	0.6374	
57.0	0.7507	0.7459	74.0	0.6886	0.6834	91.0	0.6360	
57.5	0.7487	0.7438	74.5	0.6869		91.5	0.6345	
58.0	0.7467	0.7418	75.0	0.6852		92.0	0.6331	
58.5	0.7447	0.7398	75.5	0.6836		92.5	0.6317	
59.0	0.7428	0.7379	76.0	0.6819		93.0	0.6303	
59.5	0.7408	0.7359	76.5	0.6803		93.5	0.6289	
60.0	0.7389	0.7340	77.0	0.6787		94.0	0.6275	
60.5	0.7370	0.7321	77.5	0.6770		94.5	0.6261	
61.0	0.7351	0.7302	78.0	0.6754		95.0	0.6247	
61.5	0.7332	0.7283	78.5	0.6738		95.5	0.6233	
62.0	0.7313	0.7264	79.0	0.6722		96.0	0.6220	
62.5	0.7294	0.7244	79.5	0.6706		96.5	0.6206	
63.0	0.7275	0.7225	80.0	0.6690		97.0	0.6193	
63.5	0.7256	0.7206	80.5	0.6675		97.5	0.6179	
64.0	0.7238	0.7188	81.0	0.6659		98.0	0.6166	
64.5	0.7219	0.7169	81.5	0.6643		98.5	0.6152	
65.0	0.7201	0.7151	82.0	0.6628		99.0	0.6139	
65.5	0.7183	0.7133	82.5	0.6612		99.5	0.6126	
66.0	0.7165	0.7115	83.0	0.6597		100.0	0.6112	
66.5	0.7146	0.7096	83.5	0.6581				
67.0	0.7128	0.7078	84.0	0.6566				
67.5	0.7111	0.7061	84.5	0.6551				