



石油工人
学习丛书

石油化学基本知识

马 大 洋 编



中国工业出版社

石油工人学习丛书

石油化学基本知识

馬 大 謀 編

中国工业出版社

本书首先介绍了一般的化学知识，着重介绍石油加工、精制、合成工艺等化学过程原理，油料化学组成与油品性质的关系，以及提高油料的各种添加剂化学组成和性质。

本书文字较通俗，原理叙述简明，适合炼油厂工人、一般从事石油工业的人员、油料供应系统、油料使用单位的工作人员阅读。

石油工人学习丛书
石油化学基本知识
馬大謀編

石油工业部石油科学技术情报研究所图书编辑室编辑

(北京北郊六铺炕)

中国工业出版社出版 (北京住棚湖路10号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/4}$ ·印张 $3^{1/4}$ ·插页1·字数62,000

1959年8月原石油工业出版社北京第一版

1965年10月北京新版·1965年10月重排本

1965年10月第一次印刷

印数0001—1,660·定价(科二)0.24元

统一书号: 15165·3697 (石油-304)

序 言

人們把石油比做“工業的血液”，或者叫“黑色的金子”。這是因為石油在國民經濟中占有很重要的地位。

從石油里可以提煉出汽油、煤油、柴油等燃料，以供給汽車、飛機、拖拉機、坦克等運行的需要。近代火箭燃料很大一部分也是從石油中獲得的。

從石油中還可以生產出各種機械需要的潤滑油、潤滑脂以及石蠟、瀝青、凡士林、溶劑油等。近年來石油化學工業的發展，利用石油的某些餾分為原料還製造出了人造纖維、人造橡膠、染料、塑料、洗滌劑、醫藥等產品。

石油產品不僅品種多，而且消耗量也很大。例如一輛解放牌汽車行駛 100 公里要消耗 29 升汽油；一架噴氣式飛機每小時需耗油 2,300 升；一台拖拉機每年大約得用去 15 噸油料。

所以迅速發展石油工業對我國社會主義工業化，農業機械化，國防現代化具有重要的意義。

解放後，在中國共產黨和毛主席的英明領導下，石油工業隨着整個國民經濟的發展，也取得了巨大的成績。石油產品產量得到迅速的增長。到 1963 年我國需要的石油已基本自給。

為了加速發展石油工業，必須儘快地掌握石油生產技術理論，從而幫助我們正確地認識和解決生產問題。

編寫本書的目的，是介紹關於石油化學組成和油品性質的關係，以及石油煉制過程中的化學原理等最基本的知識。

本書是按原紙型重版，故僅稍作了修改和補充。由於修改時間倉促，有錯誤的地方誠懇希望讀者提出意見。

目 录

序 言

第一章 一般的化学知識	1
第一节 物质和它的构造	1
第二节 化学的基本知識	2
第三节 化学的基本定律	3
第四节 化学符号和化学分子式	4
第五节 化合价和結構式	6
第六节 化学方程式	6
第七节 化学上常用的名詞	8
第八节 有机化学的基本知識	12
第二章 石油及石油产品的組成和物理化学性质	17
第一节 石油是怎样生成的	17
第二节 石油和石油产品的物理性质	18
第三节 石油的化学組成	22
第四节 石油的加工和产品	25
第五节 石油的分类	27
第三章 燃料油化学	29
第一节 燃料油的分类	29
第二节 汽化器式內燃机的爆击現象	30
第三节 汽油的化学組成对抗爆性的影响	33
第四节 提高汽油抗爆性的添加剂	35
第五节 汽油的其他性质	37
第六节 灯油、拖拉机煤油的化学組成和性质	40
第七节 柴油的化学組成和性质	40
第四章 石油的破坏加工化学	43

IV

第一节	什么叫石油的破坏加工	43
第二节	裂化过程的分类	44
第三节	热裂化的化学原理和过程的主要条件	45
第四节	裂化过程的生焦	50
第五节	催化裂化的化学原理和过程的主要条件	50
第六节	催化改质	54
第五章	润滑油化学	56
第一节	润滑油的分类	56
第二节	润滑油的性质和化学组成的关系	57
第三节	改善润滑油品质的几种添加剂	65
第六章	石油产品的精制化学	68
第一节	燃料油的精制化学	68
第二节	润滑油的精制化学	74
第三节	石蜡和地蜡	81
第四节	精制废物的利用	82
第七章	天然气以及烃类和裂化气体为基础的工业合成化学	84
第一节	天然气及其应用	84
第二节	以裂化气体及烃类的合成化学	86
門捷列夫元素周期表		插頁

第一章 一般的化学知識

第一节 物质和它的构造

在我們周围有許許多的东西，例如家里有桌子、鏡子、窗子；工厂里有蒸餾塔，加热炉，泵等，这些东西叫做物体，而制造这些物体的材料如：木头、玻璃、鉄，就叫做物质。

自然界一切东西都是由物质构成的。物质有重量，在空間占有一定的位置，它們都有自己的性质，而且可以被我們感觉得到，鉄和水是物质，而电和热就不是物质，因为它们沒有重量，在空間也沒有一定的位置。

各种物质构成了自然界的一切物体，那么物质又是什么构成的呢？物质是由許多帶有和原来物质性质相同的很小的顆粒构成的，这許多小顆粒互相并不連接在一块，而是靠着分子和分子間的一种分子引力，相互吸引着，不但如此，它們还不断地运动着，这些小顆粒就叫分子。

我們要想把一块木头劈开，就得花費一定的力气，这就表示分子之間有牢固的吸引力，只有我們所用的力气超过了它的分子引力，木头才能劈开。一滴汽油洒在桌子上，我們站在远远的地方，就能聞到汽油味，这正是說明汽油的分子由于不断的运动，而跑到了空間的結果。

分子是由什么构成的呢？分子是由一些更小的顆粒原子构成的。原子小得很，一亿个氢原子排成一行，才只有10毫米长。各种原子有各种原子的性质。

从上面讲的，我們就可以知道物质是由許多小顆粒分子

构成的，而分子又是由一些更小的颗粒原子构成的。一个分子是由一定数目的原子组成的；一个氢分子是由二个氢原子构成的，一个氧分子是由二个氧原子所构成的，一个水分子是由两个氢原子和一个氧原子构成的，一个硫酸分子是由两个氢原子和一个硫原子和四个氧原子构成的。

第二节 化学的基本知识

(一) 化学元素：凡是构成各化合物的最基本的物质叫化学元素，例如氧、氢、碳、硫等都叫化学元素。或者简单地叫元素。

水是不是元素呢？我们说水不是元素，因为水是由氢和氧两种原子组成的。而氢和氧就叫元素。现在世界上已发现的元素共有 100 多种，这些元素构成了世界上各种各样的物质。

(二) 单质和化合物：凡是由同一种类原子所组成的物质叫单质，例如：氧的原子构成氧气，硫的原子构成硫磺，铁的原子构成铁。这些氧气、硫磺、铁，它们都是由同一种原子组成的，我们不可能用任何方法把它们分成两种以上的不同物质。这些物质就叫单质。

化合物正好和上面的单质相反，它是由两种或两种以上的元素化合而成的。如两个氢原子和一个氧原子构成水，四个氧原子两个氢原子和一个硫原子构成硫酸，水和硫酸就叫化合物。

(三) 原子量和分子量：一个原子的重量很小，一个氢原子才重 0.000 000 000 000 000 000 001663 克，一个氧原子重 0.000 000 000 000 000 000 0026608 克。由于原子重量这样小，用起来很不方便，所以就采用“氧单

位”来表示原子的重量，一个“氧单位”就是一个氧原子重量的十六分之一，用这个单位时，一个氢原子重量是1.008“氧单位”，一个氧原子重量是16个“氧单位”，一个硫原子重量是32个“氧单位”。原子量就是用“氧单位”表示原子重量的数值，也就是某一个元素的原子重量比十六分之一氧原子重量所大的倍数。

分子量就是用“氧单位”这个单位表示物质分子重量，一个氢分子是由两个氢原子组成的，那么氢气的分子量就是 $1.008 \text{ 氧单位} + 1.008 \text{ 氧单位} = 2.016 \text{ 氧单位}$ ，水的分子量就是 $1.008 \times 2 + 16 = 18.016 \text{ 氧单位}$ ，氧单位通常可以不說。分子量就是某一个元素的分子重量比氧分子重量所大的倍数。

知道了各种物质的组成，就很容易算出分子量来。为了使用上的方便，有时常常用克来表示原子量和分子量，这就叫克原子和克分子，氢元素的克原子量就是1.008克，水的克分子量就是18.016克。

第三节 化学的基本定律

(一) 物质不灭定律：自然界不论什么物质，都不会自生自灭。这儿一种物质少了，那儿就要增加一些物质。100斤煤烧完了，也许只剩下了一斤灰，看起来煤是沒有了，实际上煤中的碳元素是和空气中的氧化合，变成了二氧化碳，二氧化碳中的碳量和剩下的炉灰加在一起还是100斤。这个定律就叫物质不灭定律。它的意思也可以說在化学变化前后，物质总量是不变的。

(二) 定比定律：凡是同一种物质，不论它们出自于那儿，或者制造方法不同，但它们的组成是一定不变的，这个

定律就叫定比定律。

如純水是由11.1%的氧和88.9%的氢所組成的，不論是怎樣得到的水，它的組成都是这个数值。任何化合物都是这样，所以可以說：定比定律就是指任何一种化合物的組成，它的各种成分之間有一定比例。

(三) 倍比定律：一氧化碳和二氧化碳，都是碳的化合物，如果以碳为标准来看的話，正好这两个化合物中的氧量是1:2。不但一氧化碳和二氧化碳有这样的关系，还有很多化合物的組成也是这样。所以凡是甲乙二元素生成二种或二种以上的化合物时，和甲元素一定量化合的乙元素量，都互相成一个正数比例，这一个規律就叫倍比定律。

第四节 化学符号和化学分子式

現在已发现的化学元素有100多种，为了在实用上方便起见，就用一些拉丁字母作为这些元素的符号，例如用“O”代表氧，用“H”代表氢。常見的几种元素和它們的符号列于表1。

一个元素符号可以表示下面几个意思：

- (1) 表示元素的名称。
- (2) 表示这个元素的一个原子。
- (3) 表示元素的原子量。

例如“H”的意义是：(1) 表示氢元素；(2) 表示氢的一个原子；(3) 表示氢的原子量是1.008克。

用化学符号表示化合物或单质分子里所含有原子的种类和数目的式子叫作化学分子式。化学分子式有以下几种意义：

- (1) 某一个物质的一个分子。
- (2) 这个物质的成份和組成这个分子的元素比例。

表 1

一	价	二	价	三	价	四	价	五	价
氟	F	钙	Ca	铝	Al	锡	Sn	氮	N
氯	Cl	钡	Ba	铟	Sb	碳	C	铋	Sb
溴	Br	硫	S	铋	Bi	硅	Si	磷	P
碘	I	氧	O	铁	Fe	硫	S	砷	As
钾	K	汞	Hg	氮	N				
钠	Na	铁	Fe	砷	As				
银	Ag	锌	Zn	磷	P				

(3) 表示分子量。

分子内所含的元素，如果有两个或三个以上时，就用一个数字写在这个分子式某元素的右下方，如氢的分子由二个氢的原子组成，氢的分子式就是“ H_2 ”，水是由二个氢原子和一个氧原子所组成，它的分子式就可以写成“ H_2O ”。

凡是表示二个或多个分子时，就用相应的数字写在分子式的前面，如三个水分子，就写成“ $3H_2O$ ”。

表 2 就是常见的几种化合物的分子式：

表 2

化合物名称	分子式	化合物名称	分子式
硫酸	H_2SO_4	苛性钾	KOH
硝酸	HNO_3	碳酸钠	Na_2CO_3
盐酸	HCl	氨	NH_3
磷酸	H_3PO_4	甲烷	CH_4
火碱	NaOH	苯	C_6H_6
石灰	$Ca(OH)_2$	酒精	C_2H_5OH
二氧化碳	CO_2	三氯化铝	$AlCl_3$
一氧化碳	CO	食盐	NaCl
氯化钙	$CaCl_2$	硫化氢	H_2S

第五节 化合价和结构式

我們从上面的各个分子式中很容易看出，分子中各元素的原子相結合总有一定的数量，例如一个氧原子就只能和两个氢原子結合，一个氢原子就只能和一个氯原子結合，为了表示元素的这种性质，我們以氢为标准，定它的化合价为一。凡是某一元素的一个原子只能和一个氢原子相化合时，那么这个元素的化合价就是一，例如氯就是一价；凡是能和两个氢原子相化合时就为二价，例如氧就是二价，以此类推。

常見的几种元素的原子价見表 1。

前面我們已經讲过了用分子式表示物质的組成，現在我們来談一談分子中元素怎样在一块結合的問題。在化学分子中之元素由鍵連接而成，这鍵都用短綫来表示，它又代表原子价，画在各元素旁边。原子价是一，就画一短綫，原子价是二，就画二短綫。例如氢是一价，就可以写成“H—”氧是二价就可以写成“O=”，水是由两个氢一个氧化合的，就可以写成 $\begin{array}{c} \text{H} \diagup \\ \text{H} \diagdown \end{array} \text{O}$ 。

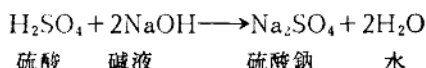
这种式子不但說明了分子中的元素，而且还表示了各元素間的結構，所以又叫結構式。

一切元素的原子在化合成分子时，它們的化合价一定要滿足 所以在写一个正确的結構式时，不应该有空着的划綫，所划綫数目正好是該原子的化合价。

第六节 化学方程式

用化学符号和化学分子式来表示反应的式子叫作化学方

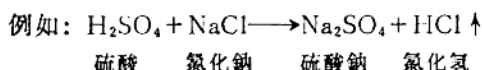
程式。例如硫酸和火碱作用能生成硫酸钠和水，我们就可以写成下式来表示这个反应。



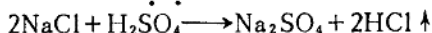
写化学方程式应该注意下面几点：

1) 先写出反应前物质的分子式，再划一个“ $\longrightarrow$ ”，然后再写出反应后生成物。

2) 根据物质不灭定律，在反应前后的质量一定相等。

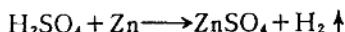


上面式子反应前氯化钠一个分子中只有一个钠原子，而生成的硫酸钠在一个分子中有二个钠原子，这样根据物质不灭定律，就应该把式子写成如下的样子。这样使反应前后各原子总数相等，这叫平衡。

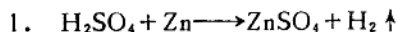


这样上式表示一个硫酸分子需要和二氯化钠分子相作用，才能生成一个硫酸钠和两个氯化氢分子。

根据反应方程式，我们还可以计算化学变化后生成物的重量。例如：问制造硫酸锌 322 克需要多少硫酸和锌？我们写出制造硫酸锌的化学反应式：



从上面式子就很容易看出一个硫酸锌分子正好需要一个分子的硫酸和一个分子的锌， H_2SO_4 的分子量是 98，Zn 是 65，硫酸锌是 161，我们用克分子量表示，从它们的分子量，就可以分别计算出硫酸和锌的需要量。



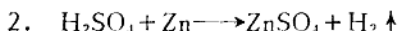
用硫酸 98 克可得硫酸锌 161 克，今需硫酸 322 克，

則需硫酸 x 克。現在可寫出一個比例式：

$$98:161=x:322$$

$$\therefore x = \frac{98 \times 322}{161} = 196 \text{ 克。}$$

由此可得需用硫酸196克。



用鋅65克可制硫酸鋅161克，今需硫酸鋅322克，則需鋅 x 克，寫出比例式為：

$$65:161=x:322$$

$$\therefore x = \frac{65 \times 322}{161} = 130 \text{ 克}$$

所以需要鋅130克。

假如我們要製造的重量是以噸和公斤計算只需要根據上式的計算把其中克的單位換成噸或公斤就行了。

第七節 化學上常用的名詞

(一) 金屬和非金屬物質

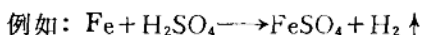
物質可以分金屬與非金屬兩大類。金屬如金、銀、銅、鐵、錫等。金屬具有光澤，能導電和導熱，可以把它拉成細絲和展成薄片，比重大於1等特性。

非金屬如氫、氧、硫等，它們具有和金屬差不多相反的性質，比重較小。

(二) 酸 類

我們常說的酸類有硝酸、硫酸、鹽酸、磷酸等，這些酸類化合物都有一個通性，就是它們和金屬相互作用時，能把

它本身分子中的氢原子被金属代替，而生成一种盐类（化合物的分子中如含有金属原子和酸根的都叫盐）。



铁 硫酸 硫酸亚铁 氢

从这个式子看来，硫酸中的氢，正好被金属铁Fe所取代了。而“SO₄”这个原子团在反应前后并无变化。这个“SO₄”叫做酸根。因此凡是酸分子中的氢被取代后剩下来的原子团都叫酸根，如“NO₃”叫硝酸根，“PO₄”叫磷酸根。

任何一种酸类都有酸味，都能使蓝色石蕊试纸变为红色。我们通常对酸的鉴定，都用它来试验。

硫酸 硫酸是由三氧化硫（SO₃）和水化合而成的。纯硫酸是无色的油状液体，能和水以任意比例相化合，当硫酸溶于水时，能放出大量的热，所以在混合硫酸和水时千万要慢慢将硫酸倒入水中；不能将水加入酸中，否则就会造成酸液往各处飞溅，发生烧伤人体事故。

浓度为98%的浓硫酸，比重是1.84，沸点是120。浓硫酸对铅有腐蚀性，对铁没有腐蚀性；稀硫酸对铁有腐蚀性，对铅却没有腐蚀性。所以浓硫酸应放在铁或磁的容器中，而稀硫酸应放在铅或磁的容器中。

（三）碱 类

碱类常说的有氢氧化钠（NaOH）、苛性钾（KOH）、石灰（Ca(OH)₂）。

碱类化合物的特性是有涩味，能使红色石蕊试纸变成蓝色。

凡是化合物的分子是由一个金属原子和一个或几个（OH）根组成的，我们就把它叫碱。

碱类化合物，有的对皮肤有强腐蚀性，它和酸能起中和作用，生成不带酸性及碱性的盐和水。例如氢氧化钠，又名火碱或苛性钠，是一种白色结晶，它和硫酸起下列反应：



Na_2SO_4 就叫盐类，它也没有酸的性质，也没有碱的性质。用石蕊试纸试验颜色不变。

碱类和盐类作用，能生成一种新的碱类和盐。



(四) 元素周期表

化学是一门很复杂的科学，科学家们已发现有一百多种的元素，那它生成的化合物就更多了，性质是各种各样的，为了便于研究，需要有系统的整理分类。俄国化学家门捷列夫于1849年，他首先确定了各元素原子量和它们的性质这一密切的关系，把原子量顺序排列下去，就发现第九个、第十七个元素正和第一个元素性质相近；而第十个或第十八个又和第二个元素相近，如此类推。这样就很容易研究元素的性质。这个自然界的法则，我们就叫周期律。我们根据周期律写出了如下的周期表，从周期表里，可以明显的看出以下几个问题：

(1) 同属的元素性质彼此相似，每属中任一元素，原子量大约为它上下元素原子量的平均数，例如：锂是7，钾是39，钠就是 $(7 + 39) \div 2 = 23$ ，各属原子价完全相同，因而它们化合物的分子式也是同样的。例如：

锂	钠	钾	(一价)
LiCl	NaCl	KCl	
LiOH	NaOH	KOH	

鈣	鋇	鋇	(二价)
CaCl_2	SrCl_2	BaCl_2	
磷	砷	銻	(三价)
PH_3	AsH_3	SbH_3	

从元素周期表中，可以看出，凡一属元素中，有一个是金属，其它元素也都是金属；一个是非金属，其它元素也都是非金属。我們把周期表中第一属元素叫碱金属。因它和其它物质化合能力很强，遇水能起猛烈的作用。第二属叫碱土金属，它們和其它物质化合能力也很强，若和空气接触，它們能起氧化作用。第七属元素能生成和盐一样的各种化合物。各属元素化学性质强弱，由表可看出，都是在上边较强，下边较弱。

同属物理性质，也同化学性质一样，由一种元素往下慢慢地转变，如下面所举例子说明：

第一属元素	鋰	鈉	鉀	銣	鉯
比重	0.53	0.97	0.86	1.52	1.9
熔点	180	97.6	62	38.5	27
第二属元素	鎂	鋅	鎳	汞	
比重	1.75	7.19	8.7	13.6	
熔点	800	412	320—39.4		

(2) 不同属的元素，由第一属到第七属各原子价，由一价慢慢增加到四价，由四价又慢慢变为一价。各元素的原子量由左向右慢慢增加，所增加数字大約在 1—4 以內。

各属的化学性质变化是一个很重要的原理。第一属鉀、鈉等元素的氢氧化物和氧化物都具有强碱性；第二属鈣和鎂虽然也能形成有碱性的氧化物和氢氧化物，但性质比第一属要弱些，从此以下，慢慢变弱。由第五属到第六属第七属又