

化纤工人 化学基础

曹鸿林 编

化纤工人化学基础

曹鸿林 编

10

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书介绍有机化学和高分子化学的基础知识。全书分为十二章，第一章～第五章介绍各种烃类化合物，第六章～第十一章按官能团介绍各类有机化合物，第十二章介绍高分子化合物。

本书可供化纤厂工人学习有机化学用。为了适应化纤生产的需要，书中对化纤生产中的化学变化作了较为全面的介绍。本书也可供石油、化工、轻工行业工人和管理干部学习有机化学作参考。

化纤工人化学基础

曹鸿林 编

•

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

北京纺织印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

•

787×1092毫米 1/32 印张：7 12/32 字数：162千字

1984年6月 第一版第一次印刷

印数：1—11,000 定价：0.78元

统一书号：15041·1313

目 录

第一章 绪论	(1)
一、有机化学的研究对象.....	(1)
二、有机化合物的主要特点.....	(2)
三、有机化合物的结构.....	(3)
四、有机化合物的分类.....	(6)
第二章 饱和烃——烷烃	(14)
第一节 烷烃	(14)
一、烷烃的结构、通式和同系列.....	(14)
二、同分异构现象.....	(15)
三、烷烃的命名.....	(17)
四、烷烃的物理性质.....	(21)
五、烷烃的化学性质.....	(23)
六、天然气的应用.....	(29)
第二节 石油及其加工	(31)
一、石油的组成和性质.....	(31)
二、原油的初步加工.....	(32)
三、原油的二次加工.....	(32)
第三章 不饱和烃	(35)
第一节 烯烃	(35)
一、烯烃的结构、通式和同系列.....	(35)
二、烯烃的命名.....	(36)
三、烯烃的物理性质.....	(37)

四、烯烃的化学性质	(37)
五、乙烯与丙烯的制法和应用	(50)
六、烯烃的几何异构现象	(51)
第二节 炔烃	(54)
一、炔烃的结构和命名	(54)
二、乙炔的制法	(55)
三、乙炔的性质和应用	(56)
第三节 二烯烃	(62)
一、二烯烃的分类	(62)
二、共轭二烯烃	(63)
三、合成橡胶	(65)
第四章 环烷烃	(67)
一、环烷烃的命名与来源	(67)
二、环烷烃的主要性质	(69)
三、环己烷的制法和应用	(70)
第五章 芳香烃	(72)
一、苯的结构	(72)
二、芳香烃的分类和命名	(73)
三、苯及其同系物的性质	(75)
四、苯、甲苯、二甲苯的来源、性质和应用	(82)
第六章 卤代烃	(87)
第一节 卤代烷	(88)
一、卤代烷的制法	(88)
二、卤代烷的性质	(90)
第二节 卤代烯	(92)
一、氯乙烯	(92)
二、氟代烯烃	(94)

第七章 醇、酚、醚	(95)
第一节 醇	(95)
一、醇的分类和命名.....	(95)
二、醇的性质.....	(96)
三、重要的醇.....	(101)
第二节 酚	(106)
一、酚的物理与化学性质.....	(106)
二、苯酚的制法、性质和应用.....	(110)
第三节 醚	(115)
一、醚的结构、分类与命名.....	(115)
二、醚的性质.....	(116)
三、乙醚.....	(117)
四、环醚.....	(117)
第八章 醛、酮、醌	(122)
第一节 醛和酮	(122)
一、醛和酮的结构、分类和命名.....	(122)
二、醛和酮的性质.....	(123)
三、重要的醛、酮.....	(131)
第二节 醌	(136)
一、醌的结构和性质.....	(136)
二、苯醌.....	(136)
第九章 羧酸及其衍生物	(138)
一、羧酸的分类和命名.....	(138)
二、羧酸的性质.....	(139)
三、重要的羧酸.....	(144)
四、羧酸的衍生物.....	(147)
五、蜡和油脂.....	(160)

第十章 含氮有机化合物	(164)
第一节 胺	(164)
一、胺的结构、分类和命名.....	(164)
二、胺的性质.....	(165)
三、己二胺的制法、性质和应用.....	(167)
第二节 脒、异脒和异氰酸酯	(170)
一、脒和异脒.....	(170)
二、异氰酸酯.....	(174)
第十一章 杂环化合物	(177)
一、杂环化合物的分类和命名.....	(177)
二、重要杂环化合物.....	(181)
第十二章 高分子化合物	(183)
一、高分子化合物的分类和命名.....	(184)
二、高分子化合物的特性.....	(188)
三、天然高分子化合物.....	(199)
四、合成高分子化合物.....	(206)

第一章 绪 论

一、有机化学的研究对象

(一) 有机化合物的含义

在我们的周围，每天都要看见和接触各种各样的物质。这些物质的大小、形状、材料、性能和用途各不相同，从化学角度来分，它们分别属于无机化合物和有机化合物。

以前，对利用没有生命的矿物原料制成的产物称为无机化合物，如硫酸、烧碱等；对利用有生命的动植物有机体制成的产物，称为有机化合物，如脂肪、淀粉等。随着科学技术的发展，发现上述分类方法不够正确和完善，有机化合物不一定从动植物有机体制成，也可以由矿物或无机化合物制成。有机化合物和无机化合物最本质的区别，不在于制取它们的原料来源。根据近代化学的看法，在分子中含有碳原子的化合物称为有机化合物，不含碳原子的化合物称为无机化合物。个别含碳的化合物，如一氧化碳、二氧化碳以及碳酸盐（如碳酸钠 Na_2CO_3 等），由于它们的性质与无机化合物相同，习惯上仍称它们为无机化合物。

(二) 有机化学的研究对象

有机化学的研究对象是有机化合物。这里的有机二字，不再意味着与动植物有机体有关连。

从组成有机化合物分子的元素种类来看，碳和氢是最重要的两种。我们把只含碳氢两种元素的有机化合物称为碳氢化合物。如果以碳氢化合物（或称为母体化合物）为基础，其

它各种有机化合物，都可以看成从碳氢化合物转化（或称衍生）而来，它们被称为碳氢化合物的衍生物。由此也可以说，有机化学是研究碳氢化合物及其衍生物的化学，它的主要内容是研究含碳化合物的结构、物理和化学性质、它们彼此间相互转变和内在的联系。

二、有机化合物的主要特点

有机化合物的种类比无机化合物多，据统计，无机化合物不到十万种，而已经确定化学结构的有机化合物超过二百万种，并且还在不断诞生新的品种。

和无机化合物相比，有机化合物的特点主要有：

(1) 有机化合物一般容易燃烧，如汽油、纸、合成纤维中的涤纶、聚乙烯塑料制品等。无机化合物一般不容易燃烧。

(2) 有机化合物不易在水中溶解，而易溶解在液态有机化合物中。这些液态有机化合物常被称为有机溶剂，如酒精、丙酮等。有机化合物的溶液不导电。无机化合物易溶于水，水溶液能导电。

(3) 有机化合物的熔点低，一般不超过 400°C 。许多有机化合物不耐热，在受热升温时容易分解。无机化合物的熔点高，受热升温时，不易分解。

(4) 无机化合物在溶液中进行化学反应的速度极快，瞬间就可完成。有机化合物的化学反应速度慢，因此需要升温或采用专门的催化剂加速化学反应。有机化合物进行化学反应时副反应多，副产物品种多，给产物的提纯增加了困难。

上面介绍的特点只是对大多数有机化合物而言，不是严格区分有机化合物与无机化合物的标准。有些常见的有机化合物，由于结构和组成的原因，与上面介绍的特点恰恰相反，如四氯化碳，它不燃烧，常做为灭火剂；醋酸可以以任意

比例溶于水；某些有机化合物进行化学反应的速度极快，甚至发生爆炸。

三、有机化合物的结构

通过对大量有机化合物的研究，人们逐步总结出有机化合物的结构理论，并在科学试验中不断发展和更新。下面介绍一些基本知识。

(一) 有机化合物中各种原子的原子价

有机化合物中最重要的是碳原子，碳原子与碳原子或其它原子形成化学键时，它的化合价（或称原子价）为4。在有机化合物中，其它常见原子的原子价是氢为1，氧为2、氮为3、硫为2。在形成有机化合物时，以碳原子为例，它的四个化合价必须与其它原子相结合，不能以少于或多于四个化合价的型式形成化合物。

(二) 共价键的形成

由一个碳原子和四个氢原子形成的化合物 CH_4 ，称为甲烷（音完），它是天然气的主要成分。在甲烷分子中，有4个碳—氢键，平常写做 C—H 键。 C—H 键由碳原子和氢原子各出一个电子，形成一个为两个原子共有的共用电子对，我们称这种型式的化学键为共价键，这时把碳和氢称为成键原子。有机化合物中各种原子之间，主要通过共价键保持结合。无机化合物中占多数的键是离子键，形成这种键时有一个原子获得电子，另一个原子失去电子，所以有机化合物与无机化合物的性质大不相同。

当两个原子形成共价键时，如果成键原子对电子的吸引力相等，则共用电子对在两个成键原子的中间，如 C—C ；如果吸引力不等，则共用电子对将偏向吸引力大的原子，如 C—H 键的共用电子对偏向碳原子，而 C—Cl 键的共用电子对偏向氯原子。

子对偏向氯原子。根据测量,对电子吸引力大小的顺序是 $O > Cl > N > H$ 。

共价键中共用电子对的位置影响这个共价键的性质,同时也会对其它共价键发生影响。

(三) 键长、键角、键能

1. 键长 以甲烷分子为例,碳和氢原子形成共价键 $C-H$ 后,碳原子核与氢原子核之间的距离称为共价键的键长。由于有机化合物分子内原子之间的相互影响,即便是相同的键,如 $C-H$ 键,在不同分子内的键长数据也稍有不同,常用的数据见表1-1。

表1-1 共价键的键长

键	键长($\text{\AA}$) ^①	键	键长($\text{\AA}$)
$C-C$	1.54	$C-O$	1.43
$C-H$	1.09	$C-Cl$	1.77
$C-N$	1.47	$C-F$	1.41

2. 键角 一个有机化合物分子中包含许多共价键,这些共价键并不都在一个平面上,而是以一定的角度排列。以甲烷为例,经测定, $C-H$ 键之间的夹角为 $109^{\circ}28'$,这种

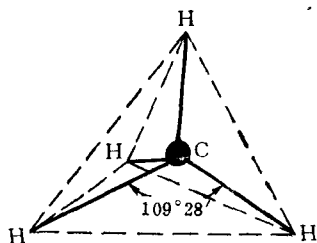


图1-1 甲烷立体结构模型

① $1 \text{\AA}$ (读做埃) 的长度等于 10^{-8} 厘米。

共价键之间的夹角称为键角。图 1-1 为甲烷立体结构模型。

从图1-1可以看出，4个C—H键长度相等，它们的夹角为 $109^{\circ}28'$ ，碳原子在中心，四个氢原子在正四面体的顶点。

测量键长和键角，有助于了解化合物的结构，对进一步了解化合物的性质有很大帮助。

3. 键能 两个原子互相接近并形成共价键时要放出能量，通常以热的形式放出。相反，破坏共价键则需要供给能量。放出的能量等于供给的能量，其数值称为键能。一摩尔的甲烷分解为一摩尔的碳原子和4摩尔的氢原子时，消耗能量为396千卡^①，所以，每个C—H键的平均键能为 $396/4 = 99$ 千卡。表1-2介绍了一些共价键的平均键能。

表1-2 共价键的平均键能

键	键能 (千卡/摩)	键	键能 (千卡/摩)
C—C	82.9	C—O	85.5
C—H	98.8	C—Cl	79.2
C—N	69	C—F	102.2

利用键能数据，可以估计破坏共价键的难易，键能高的键比键能低的键牢固，不易断裂。

4. 结构式 有机化合物的原子不是简单地堆积在一起，也不是任意地排列和连接的，而是按原子间相互结合的关系，以一定的方式连接起来，为了表示原子间相互连接的顺序和方式（简称结构）就需要描绘反映结构的图式，这就是结构式。

前面已经介绍，有机化合物中由各种原子形成的键具有

① 按SI单位制，能量的单位是焦耳，简称焦， $4.18\text{焦} = 1\text{卡}$ 。

不同的键长，共价键彼此之间还有一定的角度，形成了一定的立体结构。我们很难以较为准确的方式来绘成立体图形，而且一般情况下也没有必要。因此，结构式只是表示有机化合物中原子彼此之间的连接顺序和方式，不是化合物结构的

全面反映。甲烷(CH_4)的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ，表示由一个

碳原子与四个氢原子相连。无机化合物通常用分子式表示，而有机化合物由于原子间的连接较为复杂，为了表示出确切的结构，防止发生误解，一般用结构式表示。

四、有机化合物的分类

为了学习和研究有机化合物的结构和性质，从中总结出规律性，以便应用于科学实验和生产实践，将几百万个有机化合物进行分类是极为必要的。

(一) 按碳架结构分

除了只含有一个碳原子的有机化合物以外，两个或两个以上的碳原子彼此直接相连时就形成了碳链，这种由碳原子形成的碳链也称为碳架。根据有机化合物内碳架的形式，可将有机化合物分为四类，每一类通常称为一族。

1. 开链族化合物 开链化合物的碳架如同一条“头”

“尾”不相连的链子，故称为开链化合物，如 $\begin{array}{c} | \quad | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | \quad | \end{array}$ ，

$\begin{array}{c} | \quad | \quad | \quad | \\ -\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\ | \quad | \quad | \quad | \end{array}$ 。由于脂肪具有这种形式的碳架，所以

这族化合物又称为脂肪族化合物。

2. 脂环族化合物 这族化合物的特征是具有由碳原子所形成的环式碳架，它可以看成由开链化合物的碳架连接成

环而形成，如 $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ 的两端脱去一分子氢，

形成 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \quad \quad | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ 。这族化合物的性质与脂肪族化

合物近似，被称为脂环族化合物。

3. 芳香族化合物 芳香族化合物也具有由碳原子所形成的环式碳架，最常见、最重要的是具有六个碳原子所形成的苯(音本)环，这种环与脂环族化合物的环在化学性质上极不

相同，故专门列为一族。苯环有两种表示方法  和 ，本书采用前一种。

早期发现的这类化合物，来自天然精油和树脂，因其具有芳香味而定名为芳香族化合物。后来发现这类化合物的特征并不是芳香味，而是结构上具有苯环。目前还是习用芳香这个名称，但并不表明这类化合物都具有芳香味。

芳香族化合物也可以说是苯及其衍生物。

4. 杂环化合物 这一族化合物也具有环式结构，与脂环族和芳香族的不同点是它的环中包含有碳原子以外的原子，最常见的为氧、氮、硫，它们被称为杂原子，故这族化

合物被称为杂环化合物，如 $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ | \quad \quad | \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{S} \end{array}$ ， $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ | \quad \quad | \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$

等。

对于结构较为复杂的有机化合物，如结构内含有开链碳架和环式碳架，通常以决定化合物主要化学性质的结构部分进行命名，如 -CH₂-CH₂-CH₃ 属于芳香族化合物，不属于脂肪族化合物。

(二) 按官能团分

对于开链、脂环、芳香三族化合物中，只含有碳和氢两种原子组成的有机化合物，在有机化学中称为烃（根据碳和氢这两个字的读音，将烃读为听）。在各类烃上的氢原子，被其它原子（如—Cl）或原子团（如—OH）所取代后，就形成了含有特定原子或原子团的化合物。这些原子或原子团被称为官能团或功能团。我们可以根据有机化合物所含有的特定官能团进行分类。这种分类方法的优点是：

第一，具有相同官能团的有机化合物，具有大体相同的性质，因此便于学习具有相同官能团的有机化合物的规律性，通过对少数化合物性质的学习，可以掌握同一类化合物的共同性质。

第二，有机化合物的性质主要取决于官能团的性质，这些官能团的存在又使化合物较为活泼，容易发生多种化学反应，生成带有各种类型官能团的产物。通过官能团性质的学习，便于掌握各类有机化合物互相转换的规律。在有机化工产品的生产中，许多化学反应是官能团之间的转换，由含有某种结构特点的原料转化成含有另外结构特点的产物。

根据官能团组成和结构的特点，可将常见有机化合物归纳为以下几类。

1. 卤代烃 卤素指的是氟、氯、溴、碘四种元素，通常用X表示。卤代烃是卤素原子取代了烃分子中氢原子以后

形成的产物，也就是说，这类化合物结构上的特点，是卤原子直接与碳架上的碳原子相连。这类化合物的官能团为 $-X$ 。卤代烃中以氯代烃最常见，应用也最广。氟代烃也有许多重要应用。

2. 含氧有机化合物 这类有机化合物的种类很多，性质也有很大差别。根据含氧官能团的结构以及它们与碳架上碳原子的连接方式，又可分为以下几类。

(1) 醇（音纯）和酚（音分）：这两类化合物含有的官能团均为羟（音枪）基（ $-OH$ ），羟基与苯环上的碳原子相连的化合物称为酚；羟基与开链碳架、脂环碳架以及杂环上的碳原子相连时称为醇。

(2) 醚（音迷）：这类化合物含有的官能团为 $-O-$ ，称为醚键。这类化合物中氧原子的两个化合价必须与碳架上的碳原子相连，如果其中一个与H相连，就形成了 $-OH$ ，则不属于醚，而是醇或酚。

(3) 醛（音全）：这类化合物所含的官能团为醛基，结构式为 $-C \begin{array}{l} \nearrow H \\ \searrow O \end{array}$ ，通过醛基上的碳原子与碳架或氢相连。

(4) 酮（音同）：这类化合物所含的官能团为羰（音汤）基，结构式为 $-C \begin{array}{c} \parallel \\ O \end{array}$ ，通过羰基上碳原子同时与两个碳原子

相连。

醛和酮的共同点是都含有羰基（ $-C \begin{array}{c} \parallel \\ O \end{array}$ ），它们不同的

是，醛的羰基与氢相连，酮的羰基不与氢相连。

(5) 羧(音梭)酸: 这类化合物所含的官能团为羧

基, 结构式为 $-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$, 羧基可以与氢或碳架上的碳原子

相连。

从羧酸又可衍生出一系列化合物, 如羧基上的 $-\text{OH}$ 被氨基 ($-\text{NH}_2$, 它可看成氨脱去一个氢原子所形成) 取代后

形成 $-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array}$, 称为酰(音先)胺(音安); 如 $-\text{OH}$ 中的

H 被烃基(可看成烃脱去一个氢原子所形成, 通常用 $-\text{R}$ 表

示) 取代后形成 $-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}-\text{R} \end{array}$, 称为酯(音旨)。

3. 含氮有机化合物 常见含氮有机化合物有三类, 它们是胺、硝基化合物和腈。

(1) 胺: 这类化合物所含的官能团为胺基 ($-\text{NH}_2$)。

(2) 硝基化合物: 这类化合物所含的官能团为硝基 ($-\text{NO}_2$)。

(3) 腈(音京): 这类化合物所含的官能团为氰基 ($-\text{CN}$)。

4. 含硫有机化合物 这类化合物又分为两类, 一类是含硫官能团的硫原子与碳原子相连, 如磺酸基 ($-\text{SO}_3\text{H}$)、

砒(音风)基 $\left(-\text{S} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ - \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \right)$, 另一类可以看做是含氧化合物