


石油化工工人技术培训教材

# 有机化学

(中级本)

王敏 边绿漪 合编



烃加工出版社

石油化工工人技术培训教材

# 有机化学



烃加工出版社

## 内 容 提 要

本书系统地阐述了烷烃、烯烃、炔烃、环烷烃、芳烃的结构、命名、基本性质和生产方法，重点介绍了含卤、含氧、含氮的有机化合物，并分析了它们的性质、制备方法和用途。本书结合生产实际对金属有机化合物、高分子化合物也作了简要介绍。

为了培养工人的实际动手能力，深化学习，本书在最后介绍了有关有机化学实验的基本知识、实验的方法和要领。

本书的结构是根据工人学习的接受能力和方便记忆，采用了元素分类与结构分类的混合编写体系。

本书的特点是结合生产实际，适合许多专业使用。本书适宜作石油化工、化工、轻工等厂矿企业中级工人技术培训教材，也可供从事上述专业生产、科研、设计的工人、干部自学和参考使用。

## 石油化工工人技术培训教材

### 有 机 化 学

(中 级 本)

王 敏 边绿漪 合编

\*

烃加工出版社出版  
北京京辉印刷厂排版  
北京京辉印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行

\*

787×1092毫米 32开本 12<sup>5</sup>/<sub>8</sub>印张 273千字 印1—1,860

1990年6月北京第1版 1990年6月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-111-8/O62·001 定价：4.00元

## 前 言

本书根据1984年中国石油化工总公司人事部培训处审定的中级工有机化学教学大纲(90学时)编写而成。本书为石油化工中级工人技术培训通用教材,并供有关人员自学。

有机化学是石化系统各类专业的重要基础理论课程,本教材的任务是使学员获得中级工必须的有机化学基本理论、基本知识和基本技能,并为后继课程的学习打好基础。本书运用辩证唯物主义观点阐明了有机化学的基本原理,紧密地联系石油化工生产实际,并注意了其科学性、逻辑性和系统性。在编写过程中注意了文字通俗易懂,对偏难并与石油化工生产关系不大的内容作了适当删减,习题也注意了典型引路。本书有些内容采用小字体排版,以适应较高水平学员需要。

全书共分十二章,采用了元素组成和结构分类混合编写体系,此体系对中级工认识和掌握有机化合物的变化规律十分有利,概括性强同时又节省篇幅有利于中级工学员记忆、消化。鉴于石化各专业中级工的特点,对有机化学知识要求各有差异,所以1~7章为规定的必修章节,8~12章内容可根据各专业的需要酌情选修。

本书由上海高桥石化公司化工厂王敏同志编写1~5章、10~12章,边绿漪同志编写6~9章。

本书初稿写成后由上海高桥石化公司化工厂技校方萍讲师审阅。并在中国石化总公司人事部培训处1988年3月召开的第二次教材审稿会上审定通过,参加审稿的有:兰州石化

公司职大王书林高级讲师，辽阳石油化专李淑卿副教授，燕山石化公司炼油厂技校何庆文讲师，南京炼油厂技校潘桂英讲师，金山石化总厂教育中心肖淑莉同志。

由于编写时间仓促，水平有限，教材中缺点、错误在所难免，敬希读者批评指正。

编者

一九八八年六月

# 绪 论

## 一、有机化合物和有机化学

几千年前，人们就已经认识和应用到相当数量的具有不同特性的化合物。随着科学的进步和社会的发展，人类对物质世界的认识也逐渐深化。开始，人们根据物质的来源，把来自动植物有机体内的物质称为有机化合物（简称有机物），而把来自地壳中的矿物质称为无机化合物（简称无机物）。

随着生产实践和科学研究的不断发展，大部分甚至很复杂的天然有机化合物已可以由简单的无机化合物通过人工方法合成了。人们发现有机化合物主要含有碳和氢两种元素。从结构上看，所有的有机化合物都可以看作是碳氢化合物以及从碳氢化合物衍生而得的化合物。不过对一些具有典型的无机化合物性质的含碳化合物，如 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 和碳酸盐等，一般不列入有机化合物进行讨论。

有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

## 二、有机化合物的特性

典型的有机化合物和典型的无机化合物，在性质上有明显的差异。一般有机化合物有如下特点：

1. 对热不稳定容易燃烧 与无机化合物相比较一般有机化合物的热稳定性都较差，受热后易分解。除少数有机化合物不能燃烧外，一般有机化合物都可以燃烧，例如，汽油、油脂、木材等都是容易燃烧的有机化合物。而大多数无机化合物不能燃烧，一般都能耐高温。

2. 熔点和沸点低 许多有机化合物在常温下是气体、液体。即使常温下为固体的有机化合物，它们的熔点一般也很低，300℃以上的很少，一般不超过400℃。无机化合物熔点则比较高，如氧化铝的熔点高达2050℃。

3. 难溶于水而易溶于有机溶剂 多数有机化合物难溶或不溶于水，易溶于有机溶剂如酒精、乙醚、丙酮等。而无机化合物大多数易溶于水，难溶于有机溶剂。

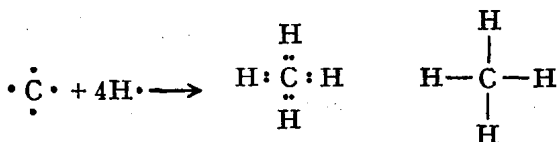
4. 反应速度慢，常有副反应 多数有机化合物的反应速度比较缓慢，往往需要几小时、几天、甚至更长的时间才能完成，并且常有副反应发生。有机化合物的反应比较复杂，在同样反应条件下一个有机化合物往往可以同时进行若干个不同的反应，得到若干个不同产物。一般把这个有机化合物进行的一个反应叫做主反应，其它的叫副反应。因此，有机化学方程式的两端通常用箭头来连接，而不用等号连接。

以上列举的只是有机化合物的一般特性，但不是绝对的。因此，我们在了解有机化合物共性的同时，还应注意它们的个性。

### 三、有机化合物的结构

有机化合物的性质，取决于有机化合物的结构。有机化合物是含碳的化合物。碳元素位于周期表中第二周期第四主族里，其最外电子层有四个电子。它不容易失去电子而形成正离子，也不易得到电子形成负离子。当碳原子和其它元素形成化合物时，它总是和其它元素各提供一个电子而形成两个原子共有的电子对，即形成把两个原子结合在一起的化学键，叫做共价键。按价键理论的观点，一个未成对电子既经配对成键，就不能再与其它未成对电子偶合，所以共价键有饱和性。原子的未成对电子数，一般就是它的化合价数或价

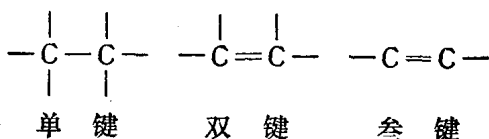
键数。两个电子配对就是两个电子原子轨道的重叠。重叠部分越大，形成的共价键就越牢固。某些电子的原子轨道具有方向性，例如 $p$ 原子轨道等。为使原子轨道重叠最大，只有在原子轨道的一定方向，即在电子云密度最大的方向才能得到最大的重叠而成键，所以共价键又有方向性。例如，碳原子可以和四个氢原子形成四个共价键而生成甲烷。



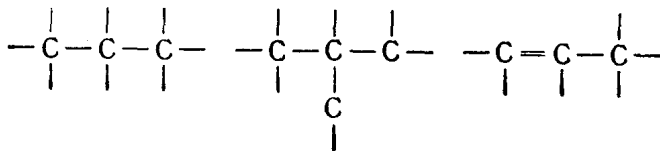
甲烷的电子式    甲烷的结构式

通过测定，这四个共价键并不处在同一个平面上，而是构成一个正四面体。

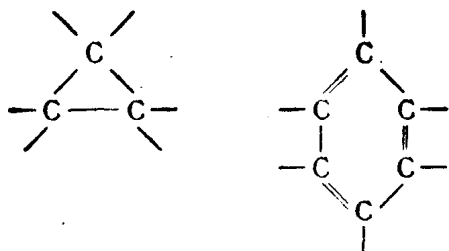
在其它有机化合物中，碳原子也是以四个共价键与相邻的原子相结合，并且构成一定的空间排列形式。同时碳原子与碳原子之间，也能以共价键相结合。它们可以共用一对电子形成单键，也可以共用两对电子或三对电子，分别形成双键或叁键。



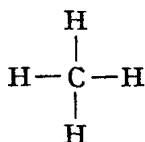
碳原子间还可以互相结合成链状、环状、构成有机化合物的基本骨架。





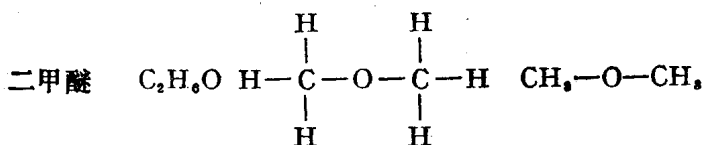
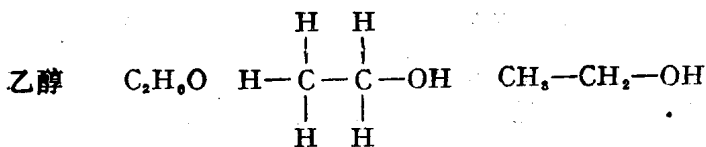


在有机化学上，通常采用结构式来表示分子的结构。结构式是一种以短线代表单键，用来表示物质分子中各原子之间排列顺序的式子。如甲烷的结构式可以写作



为了便于书写，也可以将结构式加以简化，把连结在同一碳原子上的氢原子合并起来写。这种简化了的结构式叫做结构简式。几种简单有机化合物的分子式、结构式和结构简式如下：

化合物名称	分子式	结构式	结构简式
甲烷	$\text{CH}_4$	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	$\text{CH}_4$
乙烷	$\text{C}_2\text{H}_6$	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	$\text{CH}_3-\text{CH}_3$



由上可知，每个结构式都代表特定的化合物。有时虽然分子式完全相同，但结构式不同，所以它们是绝然不同的化合物（如上述的乙醇和二甲醚）。因此，在学习有机化学时正确书写化合物的结构式，是十分重要的。

#### 四、有机化合物的分类

有机化合物种类繁多，结构复杂且性质特殊。为了便于学习和研究，对有机化合物进行严格的分类是非常必要的。由于决定有机化合物性质的是它们的组成和结构，因此人们往往按照有机化合物的组成和结构进行分类。

##### （一）按元素组成分类

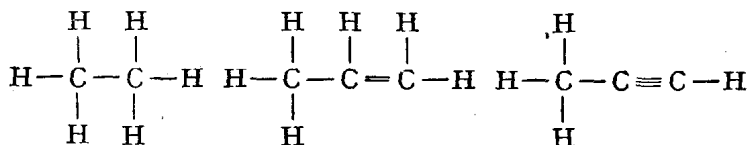
这是石油化学中常用的分类方法。石油主要是由含碳、氢两种元素的烃类组成，这两种元素约占石油元素组成的96~99%，此外还含少量的氧、硫、氮和卤素。石油中所含有机化合物按其元素组成可分两类，一类是烃类化合物，另一类是非烃化合物。烃类化合物由碳、氢两种元素组成，故又称碳氢化合物，包括脂肪烃、环烷烃和芳香烃等。烃类是有机化合物中最基本、最简单的化合物。非烃类化合物的元素组成中除含碳、氢元素外，还含有氧、硫、氮和卤素等其它元素，这类化合物石油中含量较少。

##### （二）按结构分类

有机化合物的性质不但取决于它的组成，而更主要的还取决于它分子中原子相互连接的方式，即分子结构。因此，按结构分类比按元素组成分类更为本质，在有机化学中常用这种方法分类。一般采用两种具体方法，一种是按碳架分类，一种是按官能团分类。

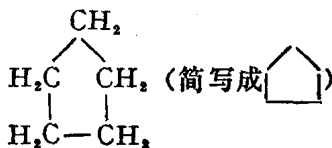
1. 按碳架分类 一般按照碳原子间的连接方式的不同，将有机化合物分成四类：

(1) 脂肪族化合物 碳原子之间连接成链状结构，由于油脂里含有这种长链化合物，因此称为脂肪族化合物，又称开链化合物。开链化合物又可分为饱和化合物（烷烃）、不饱和化合物（烯烃或炔烃）。例如：

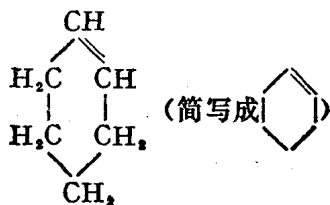


乙烷（饱和烃） 丙烯（不饱和烃） 丙炔（不饱和烃）

(2) 脂环族化合物 具有由碳原子连接成的环状结构，称为脂环族化合物，它们的性质与脂肪族化合物相似。例如：



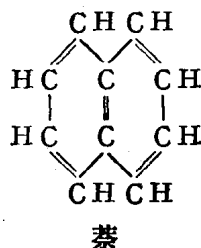
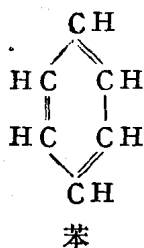
环戊烷



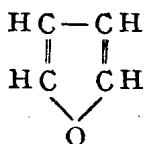
环己烯

(3) 芳香族化合物 在分子结构中含有六个碳原子所形成的苯环，它们的性质与脂肪族化合物和脂环族不同，且显示

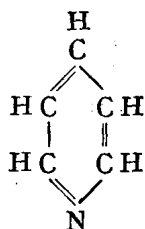
特殊性质，这类化合物称为芳香族化合物。例如，



(4) 杂环化合物 在化合物分子中，除碳原子外还有其它的原子（如氧、硫、氮等）共同组成的环状结构。例如：



呋喃



吡啶

2. 按官能团分类 官能团是分子中比较活泼而易发生反应的原子或原子团，常决定着化合物的主要性质。含有相同官能团的化合物具有相似的性质，故把含有相同官能团的化合物归为一类。

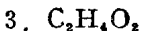
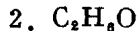
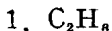
有机化合物中比较常见的官能团如表 0-1。按官能团分类的方法，反映了各类有机化合物之间既有区别又有联系的特点。

表 0-1 常见各类有机化合物及其官能团

化合物类别	官能团结构	官能团名称	实例
烯烃	$>C=C<$	双键	$H_2C=CH_2$ 乙烯
炔烃	$-C\equiv C-$	叁键	$HC\equiv CH$ 乙炔
卤代烃	$-X (Cl, Br, I)$	卤素	$CH_3CH_2Cl$ 氯乙烷
醇和酚	$-OH$	羟基	$CH_3CH_2OH$ 乙醇 $C_6H_5OH$ 苯酚
醚	$-O-$	醚键	$C_2H_5-O-C_2H_5$ 乙醚
醛和酮	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C- \end{array}$	羰基	$CH_3-C(=O)-H$ 乙醛 $CH_3-C(=O)-CH_3$ 丙酮
羧酸	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C-OH \end{array}$	羧基	$CH_3-C(=O)-OH$ 乙酸
硝基化合物	$-NO_2$	硝基	$C_6H_5-NO_2$ 硝基苯
胺	$-NH_2$	氨基	$C_6H_5-NH_2$ 苯胺
磺酸	$-SO_3H$	磺酸基	$C_6H_5-SO_3H$ 苯磺酸

## 习 题

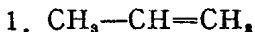
一、计算下列化合物中所含各种元素的百分比：

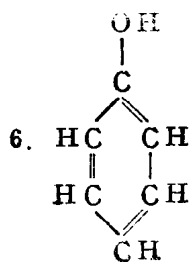
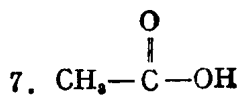
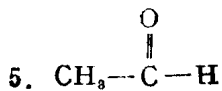
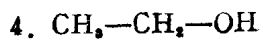
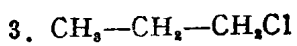


二、现代有机化学的含义是什么？它和有机化学发展初期旧的概念有什么本质区别？

三、有机化合物与无机化合物比较具有哪些特性。

四、指出下列化合物的官能团是什么？并指出化合物的类别：





# 目 录

结论.....	1
一、有机化合物和有机化学.....	1
二、有机化合物的特性.....	1
三、有机化合物的结构.....	2
四、有机化合物的分类.....	5
习 题.....	8
<b>第一章 烷烃</b> .....	1
第一节 烷烃的通式、同分异构和命名.....	1
一、烷烃的通式.....	1
二、烷烃的同分异构.....	4
三、烷烃的命名.....	7
第二节 烷烃的结构.....	11
一、甲烷的结构.....	11
二、烷烃的结构.....	13
第三节 烷烃的通性.....	15
一、烷烃的物理性质.....	15
二、烷烃的化学性质.....	16
习 题.....	22
<b>第二章 烯烃和环烷烃</b> .....	27
第一节 烯烃.....	27
一、烯烃的通式、同分异构和命名.....	27
二、烯烃的结构和性质.....	29
三、重要的烯烃.....	50
第二节 环烷烃.....	52

一、定义和命名	52
二、环烷烃的性质	54
三、重要的环烷烃	57
习 题	58
<b>第三章 二烯烃和炔烃</b>	63
第一节 二烯烃	63
一、二烯烃的通式、命名和分类	63
二、1, 3-丁二烯的结构与共轭效应	64
三、共轭二烯烃的性质	66
四、重要的二烯烃	70
第二节 炔烃	72
一、炔烃通式、同分异构和命名	72
二、炔烃结构和通性	74
习 题	82
<b>第四章 芳香烃</b>	89
第一节 单环芳烃	90
一、苯的分子结构	90
二、单环芳烃的异构现象、同系物和命名	92
三、单环芳烃的性质	95
四、苯环的取代规律	108
五、重要的苯衍生物	115
第二节 多环芳烃和稠环芳烃	119
一、多环芳烃	119
二、稠环芳烃	121
习 题	128
<b>第五章 烃的含卤衍生物</b>	134
第一节 卤烷	134
一、同分异构和命名	134
二、卤烷的性质	136
第二节 不饱和烃和芳香烃的卤素衍生物	141



一、不饱和烃的卤素衍生物 .....	141
二、芳烃卤素衍生物 .....	144
第三节 重要的卤素衍生物 .....	147
一、三氯甲烷 .....	147
二、四氯化碳 .....	147
三、二氟二氯甲烷 .....	148
四、四氯乙烯 .....	148
习 题 .....	149
<b>第六章 醇、酚、醚</b> .....	153
第一节 醇 .....	153
一、醇的分类和命名 .....	153
二、醇的性质 .....	157
三、重要的醇 .....	166
四、硫醇 .....	172
第二节 酚 .....	174
一、酚的分类和命名 .....	175
二、酚的性质 .....	177
三、重要的酚类化合物 .....	185
第三节 醚 .....	188
一、醚的分类和命名 .....	188
二、醚的性质 .....	189
三、重要的醚类化合物 .....	192
四、硫醚 .....	197
习 题 .....	198
<b>第七章 醛和酮</b> .....	204
第一节 醛和酮的分类和命名 .....	204
一、醛和酮的分类 .....	204
二、醛和酮的命名 .....	206
第二节 醛和酮的物理性质 .....	208
第三节 醛和酮的化学性质 .....	209