

有机化学基础知识速记

黄福堂 郎东升 岳兴举 黄河 等编著

6

石油工业出版社

有机化学基础知识速记

黄福堂 郎东升 岳兴举 黄河 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了有机化学的基础知识,对有机化合物的化学性质、反应规律进行了归纳总结,编写了一些速记口诀,有利于快速、牢固地学习、记忆,可作为学习有机化学的入门教材,也可供科技工作者、工人、大中专院校学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学基础知识速记 / 黄福堂等编著.

北京:石油工业出版社,2005.1

ISBN 7-5021-4891-4

I. 有…

II. 黄…

III. 有机化学-基本知识

IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 127368 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.cn

总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京兴顺印刷厂印刷

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 开本: 1/32 印张: 5.625

字数: 151 千字 印数: 1-1500 册

定价: 25.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

有机化学是研究碳氢化合物的一门科学。长期以来，有机化学的研究一直受到学术界的重视和注意。随着现代科学技术的发展，新的有机化合物不断地被发现、合成和应用。截止到 1985 年，世界上已知的有机化合物约有 800 万种，每年大约增加 30 万种。

有机化学作为化学的一个重要分支，它与工农业生产、国防和人们日常生活有着十分密切的关系，是现代化建设的重要支柱。

有机化学不仅与人类社会发展有关，而且又是各专业化学的基础，只有学习好有机化学才能掌握各专业化学知识。如药物化学、生物化学、食品化学、纤维素化学、营养化学、香料化学、烟草化学和高分子化学等都是以有机化学为基础。

有机化学是一门系统性很强的学科，在学习时不仅要了解有机化合物相互转化的内在规律，还要了解各种结构因素、反应条件和反应机理。同时必须从理论上理解它，在理解中记忆。

近年来，有机化学正处于一个飞速发展时期，因此学习和掌握好有机化学基础知识，是通向科学殿堂的基石。

为了加强对有机化学基础知识的学习和记忆，本书根据多年来学习中的体会和实践，对有机化合物的性质、变

化规律和特点进行了归纳总结。

全书共分十五章，介绍了有机化学基本原理和反应规律，并根据各种化学反应类型、物理化学性质和特征编写了速记口诀，以此来加深对有机化学基础知识的理解和记忆。

在编写过程中，得到了南开大学测试中心王德润教授的支持和帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 11 月 20 日

目 录

第一章 绪论	1
第一节 有机化学简介	1
第二节 有机化合物的特征	3
第三节 有机化合物的分类	5
第四节 有机化合物的结构与结构式	8
第五节 煤、石油和天然气	10
第六节 链烃及其衍生物的命名	17
第二章 烷烃	21
第一节 烷烃的物理性质	21
第二节 烷烃的化学性质	23
第三章 烯烃	28
第一节 烯烃的同系列	28
第二节 乙烯及其同系物	28
第三节 烯烃的结构	29
第四节 烯烃的同分异构	30
第五节 烯烃的物理性质	31
第六节 烯烃的化学性质	32
第四章 炔烃	40
第一节 乙炔的结构	40
第二节 乙炔的来源	41

第三节	乙炔的物理性质	42
第四节	乙炔的化学性质	42
第五章	碳环烃	46
第一节	脂环烃的结构	46
第二节	脂环烃的通性	46
第三节	芳香烃的化学性质	49
第四节	芳香烃的取代反应规律	54
第六章	卤代烃	58
第一节	卤代烃的分类	58
第二节	氯甲烷和多氯甲烷	59
第三节	氯乙烯	60
第四节	氯苯和六六六	62
第五节	其他重要卤代烃	63
第六节	卤代烃的物理性质	65
第七节	卤代烷的重要化学性质	66
第七章	醇	71
第一节	饱和一元醇的物理性质	71
第二节	醇的制法	74
第三节	醇的化学性质	77
第八章	酚	80
第一节	酚的物理性质	80
第二节	酚的化学性质	81

第九章 醚	85
第一节 醚的物理性质	85
第二节 醚的化学性质	86
第十章 醛和酮	89
第一节 醛和酮的一般制法	89
第二节 醛和酮的性质	91
第三节 常见醛酮	101
第十一章 羧酸	106
第一节 羧酸的物理性质	106
第二节 羧酸的化学性质	107
第三节 一些重要的羧酸	111
第十二章 羧酸衍生物	115
第一节 酰氯	115
第二节 酸酐	117
第三节 酯	120
第四节 酰胺	128
第十三章 含氮化合物	131
第一节 硝基化合物	131
第二节 胺	136
第三节 酰胺	147
第四节 腈	149
第十四章 含硫化合物	155
第一节 硫醇、硫酚、硫醚、亚砷和砷	155

第二节 磺酸及其衍生物	159
第十五章 氨基酸和蛋白质	166
第一节 氨基酸	166
第二节 蛋白质的基本单位	167
第三节 蛋白质的性质	168
第四节 结合蛋白质	170
参考文献	172

第一章 绪 论

第一节 有机化学简介

有机化学是化学的一个分支，是研究碳氢化合物及其衍生物的化学结构、化学变化及其应用的一门科学。

有机化学的形成与发展，是随着人类生产活动而向前发展的。很早以前，人类为了生活和生产的需要，在与自然斗争的过程中，就知道从动植物中取得有用物质来满足自己生产和生活的需要。随着生产活动的发展，人类积累了愈来愈多的使用和制取有机物的经验，并开始了对有机物质的研究及合成方法的研究工作，这就逐步形成了有机化学。

17 世纪后半期化学开始分支，建立了有机化学，对来源于动植物的物质进行专门的研究，因为这些物质在性质上与来源于矿物的无机物不同，有它自己的特性。到了 18 世纪末，人类用分析的方法知道了有机化合物的元素组成，对有机化合物的本性有了认识。

有机化合物好像只能是生命物质的产物。早期的化学家设想，这可能是由于产生这种物质必须有某些神秘的“生命力”，而这些“生命力”只存在于活的机体中，因此他们认为不可能在化学实验室中制成有机物质。1827 年，在有机化学方面出现了又一个伟大的突破。德国化学家乌勒，发现把无机物氰酸铵加热，会转变成成为尿素。也就是说，在试管中，他把无机物变成了有机物。这一发现，促进了有机化学的巨大发展。在这之后，许多有机物不断地被人工合成出来，有机合成研究工作有了很大的进展。但这

个时期还只是摸索地进行工作，缺乏理论指导。

到了 19 世纪中叶，由于有机化学的迅速发展，积累了大量的实验材料，在这个基础上逐渐建立了有机化学结构理论。对于创立和验证化学结构理论起主要作用的是德国化学家凯库莱和俄国化学家布特列洛夫等人。化学结构理论的主要内容如下：

(1) 化学结构的要领有机化合物分子中的每个分子，不是原子的简单堆积，而是组成这个分子的各个原子依照它们的各自化合价，按照一定的次序相互结合起来的。

(2) 物质的性质与结构的依赖关系：物质的性质，不仅决定于组成分子的元素性质和数量，而且决定于分子的化学结构，分子结构不同，便引起了性质上的差异。

例如乙醇和甲醚，它们的组成和数量都相同，分子式为 C_2H_6O ，但由于它们的化学结构不同，便构成了性质截然不同的两个化合物（见表 1-1）。

表 1-1 乙醇与甲醚化学结构与性质

化合物	分子结构	形态	沸点, $^{\circ}C$	水溶性
乙醇	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	液体	70	无穷大
甲醚	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array} $	气体	-25	微

从这里可以得出这样的结论：一个化合物只能有一个化学结构。可以根据分子的化学结构了解和预见它的许多性质，也可以

通过化学性质的研究来确定分子的化学结构。

(3) 分子中原子间的相互影响：分子中的各原子不是孤立存在的，而是在一定的化学结构中相互联系，相互影响。这种影响在直接相连的原子间表现得很明显，不直接相连的原子间较弱，例如，化合物 $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ 中各个氢原子的活泼性是不完全一样的，和氧相连的氢原子比和碳直接相连的氢原子活泼得多。

化学结构理论的建立，对于有机化学的发展起了重要的指导作用。

有机化学是碳元素的化学。有机物的立体化学是在碳原子成键规律的基础上建立起来的。从 1930 年起，有机物的结构数据积累得很快。从分子的电子结构和性能的联系中总结出了有关一般有机分子中构型和构象的规则，以及各种键长和键角数据在不同情况下变异的规律。从此有机物的立体化学进入了一个新的阶段。

第二节 有机化合物的特征

有机化合物广泛地存在于自然界，煤和石油即是多种有机化合物的混合物，一切动植物也都是由有机化合物构成的。人们根据自己的需要，通过合成的方法，制造出了许多自然界所没有的有机化合物，今后新的有机化合物更将不断地被人们制造出来。由此可见，有机化合物的种类是无穷无尽的，目前已知的有机化合物就达 300 多万种。

有机化合物尽管其种类繁多，但它们的元素组成都很简单。所有的有机化合物都含碳，多数含氢，还有许多有机化合物除了含碳、氢元素外，还含有氧、氮、硫、磷、卤素等其他元素。碳是一切有机化合物的共有成分，因此说，有机化合物就是碳化合物。而无机化合物的组成元素，则遍及整个化学元素周期表所有

元素。虽然有机化合物和无机物之间没有明显的界限，可是存在着相对的差别。一般地说来，有机化合物具有下列的一些特殊性质。

(1) 对热稳定性小。绝大多数有机化合物的分子是以共价键结合起来的，其晶体结构属于分子晶体类型，因此熔点很低，很少有超过 300°C 。一般的有机化合物沸点也较低。有些化合物受热时，在熔化或沸腾以前就已分解了。此外，大多数有机化合物都容易燃烧。

(2) 反应比较缓慢。由于有机化合物分子不能电离为离子，因此，在普通条件下，有机化合物之间的反应进行得很慢。这样，在有机化合物的反应中用加热和催化剂等条件来加速反应就有着重大的意义。

(3) 反应比较复杂。有机反应进行时，常伴随有副反应发生，反应情况比较复杂，反应后，时常产生多种性质不同的新物质。因此，反应方程式中一般在反应物与生产物之间只采用箭头（不写等号）。

(4) 难溶于水。有机化合物的分子一般极性小或者完全没有极性，因此，很难溶于强极性的溶剂如水中，而易溶于苯、乙醚、四氯化碳、三氯化碳、乙醇等非极性或弱极性的有机溶剂中。

(5) 同分异构现象比较普遍。有机化合物中，常常发现分子式相同而性质完全不同的化合物。例如，乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 和甲醚 (CH_3OCH_3) 的分子式都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ，但性质却很不相同。此种同分异构现象的普遍存在，是有机化合物种类繁多的主要原因之一。

有机化合物分子中都含有碳原子，碳位于化学元素周期表第二周期第四主族。它不易失去或获得电子形成四价的阴离子化合物，而是以共价键形式与氢以及其他元素相结合，形成非极性或弱极性共价化合物。

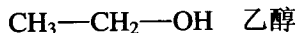
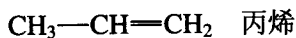
由碳氢两种元素组成的化合物叫做烃，但含有碳、氢两种元

素的化合物不一定是烃。例如 CH_3Cl , $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。

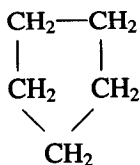
第三节 有机化合物的分类

为了学习和研究的方便, 有机化合物可以根据其分子结构的特点, 分成以下四类。

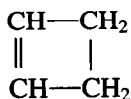
(1) 脂肪族化合物 (开链化合物)。在这类化合物中, 碳原子互相连接成为两端张开的链, 例如:



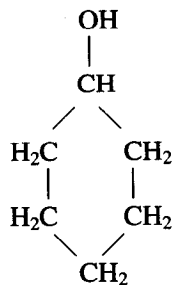
(2) 脂环族化合物。在这类化合物的分子中, 碳原子互相连接而成环状。环内也可以有双键, 其性质和脂肪族化合物相似, 例如:



环戊烷

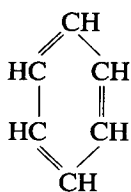


环丁烯

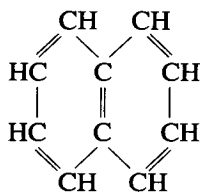


环己醇

(3) 芳香族化合物。这类化合物的共同特点是在其分子中具有苯环结构。例如:

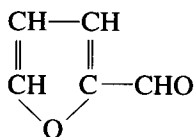


苯

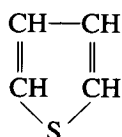


萘

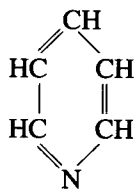
(4) 杂环化合物。这类化合物也具有环状结构，但环上的原子不完全是碳原子，还有其他原子存在。例如：



糠醛



噻吩



吡啶

烃类是有机化合物中的基本化合物，可分为两大类：开链烃（又称链烃、脂族烃）和闭链烃（环烃）。开链烃可分为烷烃、烯烃和炔烃三种。烷烃的碳原子都是以单键相结合，烷烃叫做饱和烃。在烯烃和炔烃分子中，分别有双键和三键；碳链中有两个双键的化合物叫做二烯烃，这些都是不饱和烃。

烃类的氢原子可以被某些原子或原子团取代。这些原子或原子团，如卤原子（—X），羟基（—OH），羧基（—COOH），羰基（—C=O）和氨基（—NH₂）等，在决定有机化合物的化学性质上起着很重要的作用，通常称它们为官能团。因此有机化合物又可根据官能团的不同，把一族化合物分成若干类。

同类化合物，因有相同的官能团和相似的结构，所以化学性质也相似，如烷烃类的甲烷（CH₄）、乙烷（CH₃CH₃）、丙烷（CH₃CH₂CH₃）等性质相似；醇类的甲醇（CH₃OH）、乙醇（CH₃CH₂OH）、丙醇（CH₃CH₂CH₂OH）等性质相似。如果按照

它们碳原子递增的顺序排列，则可以发现相邻两个化合物分子式相差 CH_2 ，因此可以用通式来表示它们。如烷烃的通式是 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，饱和一元醇的通式是 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ 等。像这样一系列的化合物，叫做同系列，同系列中的化合物叫做同系物。

总结上述分类原则，在表 1-2 中列出了常见的烃类以及含有一个官能团的有机化合物的通式及结构特征。

表 1-2 常见的几种有机化合物

类 别	通 式	官能团或其他结构特征
链烃	$\text{R}-\text{H}$	
烷烃	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	全部为 $\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$ 键
烯烃	C_nH_{2n}	含 $\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array}$ 键
二烯烃	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	含有 2 个双键
炔烃	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	含 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 键
芳香烃	$\text{Ar}-\text{H}$	含  环
卤化物	$\text{R}-\text{X}$	含 $\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{X} \\ \end{array}$
醇	$\text{R}-\text{OH}$	含 $\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{OH} \\ \end{array}$
酚	$\text{Ar}-\text{OH}$	 -OH (OH 直接连在苯环上)
醚	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	含 $\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$

续表

类 别		通 式	官能团或其他结构特征
醛		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	含 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$
酮		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$	含 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ (两边都连接碳原子)
羧酸		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	含 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$
酯		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$	含 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$
胺	伯胺	RNH_2	含 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ -\text{N} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$
	仲胺	R_2NH	含 $\begin{array}{c} \diagdown \\ \text{N}-\text{H} \\ \diagup \end{array}$
	叔胺	R_3N	含 $\begin{array}{c} \diagdown \\ -\text{N} \\ \diagup \end{array}$
腈		$\text{R}-\text{CN}$	含 $-\text{C}\equiv\text{N}-$

注: R, R'代表烃基(如甲基 CH_3- , 乙基 C_2H_5- 等), Ar 代表芳香烃基(如苯基 C_6H_5-)。

有机物与无机物虽在组成、结构与性质上有区别,但两者之间并没有严格的界限,在一定的条件下,可以相互转化。例如,有机物燃烧可以生成二氧化碳和水等无机物。

第四节 有机化合物的结构与结构式

在化合物中,如果原子间的结合是以原子双方各自供给相等