

化 学

(试 用 教 材)

下 册

衡 阳 医 学 专 科 学 校

有机化学目录

第一章	有机化合物的基本概念	(1)
第二章	链烃	(5)
第三章	环烃	(21)
第四章	烃的卤代物	(33)
第五章	醇、酚、醚	(38)
第六章	醛、酮、醌	(50)
第七章	羧酸	(59)
第八章	羟基酸、酮酸和氨基酸	(70)
第九章	胺和酰胺	(88)
第十章	硫醇、硫醚和磺酸	(97)
第十一章	杂环化合物和生物硷	(101)
第十二章	糖类	
第十三章	脂类	(125)
第十四章	蛋白质	(129)

第一章 有机化合物的基本概念

毛主席在矛盾论中指出：“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。”在化学领域中，人们把含碳的化合物叫做有机化合物，简称有机物。如我们日常生活中经常遇到的糖、油、酒精、煤油、……等都是有机物；它们的分子中都含有碳，前面学过的那些化合物，如水、食盐、硫酸、氢氧化钠……等都是无机化合物；它们的分子中都不含碳。

有机物和无机物的区分也是相对的，不是绝对的，它们之间没有不可越过的鸿沟。例如CO，CO₂，碳酸盐等，虽然它们的分子中都含有碳，但习惯上却并入无机化合物中讨论。

有机化合物的来源十分广泛，主要有两方面：一是天然产品（主要来自动植物），二是人工合成产品（主要原料来源是天然气、煤和石油）。它们的品种之多和数量之大，远远超过无机化合物。据估计，已经明确了组成和结构为人类利用的有机化合物，早已超过百万种，而且还在不断制出新品种来，而无机化合物则还不到十万种，这么多的品种和数量，研究起来，从何入手呢？主要是从它们的组成，结构，性质着手。

有机化学就是研究有机化合物的组成，结构，性质以及三者之间的关系和进行化学变化时的规律的科学。

一、有机化合物的组成

组成是指一个化合物分子由哪些元素，各多少个原子组合而成的，常用分子式表示。例如乙醇（即酒精）的分子是由2个碳原子，6个氢原子，和1个氧原子组成的，即可用分子式C₂H₆O表示乙醇的组成。

在组成上，有机化合物除含碳以外，常含有氢、氧、硫、氮等元素。有的还含有卤素，磷、和金属元素，例如葡萄糖是由碳、氢、氧三种元素组成的，六六六粉是由碳、氢、氯三种元素组成的，农药1605是由碳、氢、氧、氮、磷、硫等元素组成的，磺胺药是由碳、氢、氧、硫、氮等元素组成的，治疗血吸虫病的药物“锑剂”的组成中，除含有碳、氢、氧外，还含有金属元素锑和钾等。

有机化合物由于在组成中都含有碳，因此在加热或灼烧时，它们一般地有炭化变黑的现象。在完全氧化时，有二氧化碳产生。这些现象是无机化合物所没有的，故利用这些现象就可初步鉴别某物质是有机化合物还是无机化合物。

有机化合物在组成上还有一个特点，即许多有机化合物分子中的碳原子不止一个而是多个，甚至几十个，几百个，上千上万个，这种现象也是无机物中少有的。例如葡萄糖分子中有6个碳原子，蔗糖分子中有12个碳原子，而淀粉和蛋白质分子中有上千上万个碳原子。

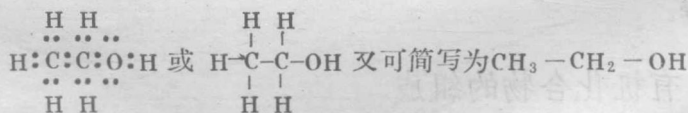
二、有机化合物的基本结构

为什么在有机化合物分子中可以含这样多的碳原子呢？这些碳原子又是怎样在分子中结合和排列的呢？要回答这个问题，首先得了解一下有机化合物的基本结构，所谓结构就是指原子在化合物分子中的结合状态和排列顺序。

毛主席教导我们：“成为我们认识事物的基础的东西，则是必须注意它的特殊点，就是说，注意它和其他运动形式的质的区别”。碳元素的化合价是四价。碳原子最外层有四个电子。它不容易失去电子，也不容易得到电子。因此，在通常的情况下，碳与氢、氧、卤素、氮、硫等元素结合或碳与碳相互结合时，都是以共用电子，即共价键的方式结合的。所以，在结构上，共价键是有机化合物中普遍存在的键，也可以说是有机化合物结构上的特点。正因为碳原子与碳原子可以通过共价键的形式结合，而这样结合的碳原子在数目上可以多达几十，几百，几千，甚至几万个，所以就使得有机化合物种类繁多。

碳原子之间的结合以及碳原子与其它元素原子之间的结合，可以从乙醇（酒精）的分子结构中看出来：

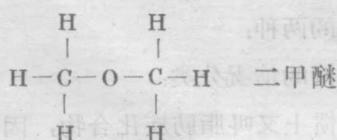
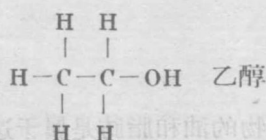
乙醇的组成是 C_2H_6O 。它的结构是：



上面的式子表示了乙醇分子中各原子的排列顺序和结合方式。式中的电子对可以用短线“—”表示。两个原子共用一对电子所形成的键，叫做单键，用一根短线表示。

化合物中各个原子结合的顺序和它们之间的结合方式叫做化合物的结构。表示结构的式子叫做结构式。上面三个式子都是乙醇的结构式，其中最后一个是简写的结构式，又叫简缩式，是以后经常用到的。

结构是物质的本质，它和组成一样，是决定物质性质的重要因素。它是诸种事物性质有千差万别的内在的原因，或者叫做根据。物质在结构上的每一差异就体现出不同的性质。所以在同样的组成的条件下，由于结构不同，就有不同的性质。例如，同一个分子式 C_2H_6O 就有两种结构，两种物质，它们的性质是很不相同的。其中一个乙醇，在常温下是液体，另一个叫二甲醚，在常温下是气体。它们的结构式分别如下：



像乙醇和二甲醚这种组成相同而结构各异的现象叫做同分异构现象。而像乙醇和二甲醚这样的关系就是互为同分异构体。在有机化合物中，同分异构现象十分普遍。由于这种原因，所以在有机化学中，我们经常用结构式表示物质的分子而较少地用分子式表示。

三、有机化合物的性质

性质是组成和结构的表现，通过性质认识物质，利用性质为人类服务。

有机化合物的性质虽然随着组成和结构的变化而变化，但与无机化合物比较，有机化合物却又显出某种程度的共性。例如：

- 1、沸点和熔点一般较无机化合物的低。
- 2、遇热容易分解，炭化或燃烧。
- 3、化学反应速度较慢，往往需要加热，加压，或有催化剂时才能进行。
- 4、多数难溶于水，易溶于有机溶剂（如乙醇、乙醚、苯和汽油等）。

以上所举出的几点，可以说是有机化合物的一般性质，是与无机化合物相对而言的，不是绝对的。对于具体的有机化合物，还得具体分析，例外的情况也是常有的。

四、有机化学的重要性及其在医学课程中的地位

有机化合物在国防上，工农业生产上以及医疗卫生工作等方面有着十分重要的意义。石油、橡胶、塑料、染料、纤维以及许多药物都是有机化合物。它几乎是我们日常生活中所不可缺少的物质。

组成人体的基本物质(除水以外)很大一部分是有机物，如蛋白质、脂肪、糖……等，它们在人体内进行一系列复杂的化学变化。治疗疾病常用的药物如磺胺类，抗菌素……等，大都是有机化合物，中草药的有效成分绝大多数也是有机化合物。所以，许多医学基础课程如生物化学，生理学，药理学等，都要涉及有机化学的内容。对于一个医学院校的学员，掌握有机化合物的一些基本知识，为今后学习有关医学课程打下不可少的基础，是完全必要的。

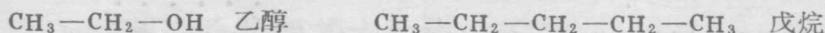
五、有机化合物的分类

有机化合物的种类相当多，为了便于学习，常根据它们的结构分门别类。分类的方法

也不止一种，下面介绍常见的两种：

1、根据碳原子相互连接的情况分类：

(1) 开链化合物：习惯上又叫脂肪族化合物，因为动植物的油和脂肪是属于这一类的。开链化合物在结构上的特点是碳和碳互相连接成链状。例如乙醇(酒精)，戊烷等便是。



(2) 闭链化合物：又称环状化合物，这类化合物的分子结构是环状的。又可分为脂环族，芳香族和杂环化合物三类。前面两类，脂环族和芳香族又可统称为碳环化合物，以区别于杂环化合物。

脂环族：指结构为环状而性质和脂肪族相似的一类化合物。

芳香族：指分子中含苯环结构的一类化合物。

杂环化合物：指分子结构是环状的，但组成环的原子除碳原子外，还杂有其他元素的原子(如O、S、N等)的一类化合物。

2、根据功能基分类：

毛主席教导我们：“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。”又“每一物质的运动形式所具有的特殊本质，为它自己的特殊的矛盾所规定。”

在长期的实践中，人们发现有机化合物的性质除和它们的碳链(或碳环)结构有关外，常常还由分子中某些原子或原子团所决定。这些原子或原子团是有机化合物中比较活泼的部分，在一定条件下就发生化学反应。例如乙醇的化学性质主要是由 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ 分子中的—OH原子团(羟基)决定的。

决定一类化合物的一般性质的这些原子或原子团叫做功能基。例如—OH(羟基)就是醇类的功能基。

为了更好地了解有机化合物的性质，往往是按功能基分类讨论。(今后在我们这个课程中也将按功能基分类学习)。掌握了功能基的性质，就能了解有同样功能基的化合物的通性。因此，从学习方法上说，要学好有机化学，就必须注意各类有机化合物的组成，结构，性质和它们之间的相互关系。特别是认识各种功能基和熟悉各种功能基的性质。

复 习 题

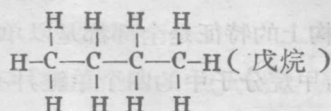
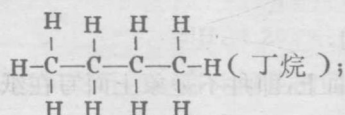
- 1、什么叫有机化合物？
- 2、什么叫有机化学？
- 3、为什么在有机化学中常用结构式表示物质的分子，而较少用分子式表示？
- 4、什么叫同分异构现象？
- 5、什么叫功能基？

第二章 链 烃

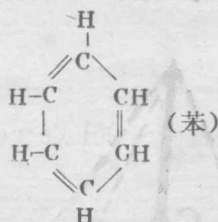
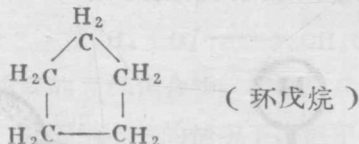
由碳和氢两种元素组成的有机化合物叫做碳氢化合物。按照我国制定的化学物质命名原则(即系统命名法)碳氢化合物简称烃(音听)。烃字是从“碳”和“氢”两字中各取一部份拚缀成的。从“火”从“圣”，从火表示能燃烧，从圣表示组成中含有氢。

烃是有机化合物中的一大类。烃的主要来源是天然气，石油和煤的加工产物——煤焦油。汽油、煤油、柴油、液体及固体石蜡，凡士林以及铺路用的沥青等都是含碳原子多少不等的烃类化合物。

烃分子中的碳原子互相连接如同链子一样的叫做开链烃，简称链烃，又叫脂肪烃。例如：



烃分子中的碳原子互相连接成环状的叫做闭链烃，简称环烃。例如：



链烃和环烃是烃的两大类：每一类中又可根据组成和结构再分为小类。

本章先讨论链烃。

第一节 甲 烷

甲烷是链烃中最简单的一个，我们就从甲烷开始学习链烃类化合物。

一、甲烷的物理性质和存在。

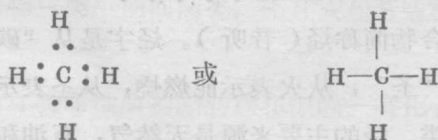
甲烷是一种无色无臭的气体，难溶于水，密度0.716克/升，比空气轻。蕴藏在地层下的天然气，产石油地区的油田气，煤井坑道中的坑气，以及池沼底部因沉积的有机物腐烂发酵而产生的沼气，它们的主要组成都是甲烷。此外，炼钢所需的焦炭，大都是从煤炼出来的，炼焦过程中有煤气产生。这种焦炉煤气中也含有25%左右的甲烷。

二、甲烷的分子式和结构式

经过分析和实验证明，甲烷的分子是由一个碳原子和四个氢原子组成的。所以它的分子式是 CH_4 。

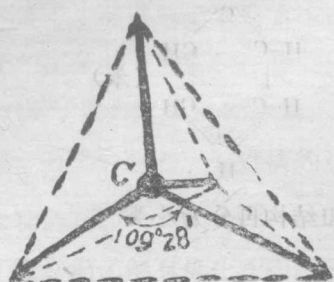
碳原子最外层有四个电子，有机化合物中的碳一般是四价的。氢原子外层只有一个电子，氢总是一价的。所以甲烷分子是一个碳原子和四个氢原子通过共用电子对而形成的。

它的结构式为：

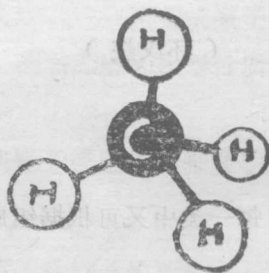


甲烷分子中每个氢原子与碳原子共用一对电子而形成一个共价单键。整个甲烷分子中共有四个单键。对于碳原子来说，它的四个最外层电子完全与氢共用了。我们称这样的烃为饱和烃。饱和烃按系统命名叫做烷所以甲烷这个名称就是“含一个碳原子的饱和烃”的意思。烷在结构上的特征是全部都是以单键相结合的。

实验证明，甲烷分子中的四个单键并不在一个平面上，即并不是象上面写在纸上的结构式那样，而是一个立体的。为了树立有机化合物分子结构的立体概念，常常采用分子模型。碳原子及甲烷分子的立体概念，常常来用下列的模型表示：



(1) 碳原子的正四面体模型



(2) 甲烷的球棒模型



(3) 甲烷的比例模型

图(1)的中心是碳原子，其四周的四根短线表示碳的四个价键，因为碳的四价是相等的，所以这四根线的长度是一样的，四个价键间的夹角也是相等的($109^{\circ}28'$)。将四个价键的顶点互相连接起来，就可看出四个相同的面，每个面都是一个等边三角形。这样的立体叫正四面体。碳原子处在这个正四面体的中心，正四面体的顶点就是四个价键的顶点。

图(2)是用小球表示原子，小棒表示原子间的键。但这些小球并不能代表真实的原子大小的比例，小棒也并不能代表键的长度的比例。

图(3)是甲烷的比例模型是将分子中各原子的半径和键长按一定的比例放大制作的，

它可以较真实地表示甲烷分子的立体结构。

氢原子的正四面体概念是十分重要的，它不仅说明甲烷具有立体的结构，也说明了许多其它有机化合物立体结构。

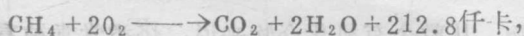
虽然甲烷的结构是立体的，但为简便起见，书写时通常还是用平面结构式。

三、甲烷的化学性质

甲烷的化学性质在常温 and 没有催化剂的情况下很不活泼，或者说比较稳定。表现在它与强酸（如 H_2SO_4 、 HNO_3 等）、强碱（如 NaOH 、 KOH 等）不起反应，与强氧化剂（如 KMnO_4 ）也不起作用，遇溴水不发生变化。

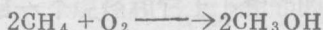
但甲烷的稳定性也是相对的，不是绝对的，在一定的条件下（如高温，高压或催化剂的影响下）仍能发生一些化学变化，如：

1、氧化反应：甲烷在常温下与氧化剂不起作用。但它能在空气中平静地燃烧，完全燃烧后产生二氧化碳和水，并放出大量的热，这就是天然气和沼气等用作燃料的基本原理。



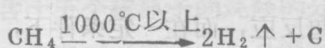
但甲烷和空气在一定比例范围内（5.3—14%）的混合物，点火就会爆炸，矿坑里要严禁烟火，注意通风，就是这个道理。

在控制的条件下甲烷可以被氧化生成甲醇。



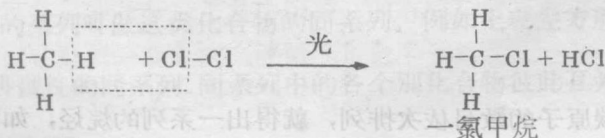
醇是另一类重要的有机化合物，将在以后的章节中谈到。

2、热分解：在隔绝空气的情况下，把甲烷热到 1000°C 以上时，它就会分解成碳和氢。



这样产生的碳叫碳黑，是轻松而极细的粉末，可以用作橡胶增强剂

3、取代反应：在漫射光的催化作用下，甲烷分子中的氢原子可被卤素取代，生成卤代物，同时放出卤化氢。这种反应叫卤化反应（或卤代反应），甲烷的氯化反应可以表示如下：



这个反应不能在日光直接照射下进行，因为有发生爆炸的危险。

实际上，甲烷的氯化反应并不停留在这一步，所生成的一氯甲烷能继续进一步氯化。所以反应的产物是一个混合物。



要使这些产物完全互相分离是比较困难的。所以在实验室中并不采用烷烃的直接卤化来制备个别卤素衍生物。

甲烷分子中的氢原子被氯原子取代的生成物叫甲烷的氯代物。按照氢原子被取代的个数，分别叫一氯代甲烷，二氯代甲烷，三氯代甲烷，四氯代甲烷。但“代”字往往被省去，而简称为一氯甲烷，二氯甲烷，三氯甲烷，和四氯甲烷。一氯甲烷的“一”字也常省去而叫氯甲烷，但“二”“三”“四”等字则不能省。不过，三氯甲烷习惯上又叫氯仿，四氯甲烷习惯上又叫四氯化碳。

甲烷的这些氯代物都是从甲烷通过化学反应而衍变出来的，所以就把它统统看做甲烷的衍生物，而甲烷就可以看作是这些衍生物的母体。根据这个含义上面提过及的甲醇也可以看作是甲烷的衍生物。从整个有机化合物来说，烃类常常被看作是所有其他有机化合物的母体，而把其他各类有机物看作是烃的衍生物。

第二节 烷 烃

上面讲到的甲烷是烷烃中组成和结构最简单的一个。但烷烃决不止甲烷一种，天然气，油田气和煤气等，除含有甲烷外还含有二个碳原子以上的烃，如 C_2H_6 、 C_3H_8 等，在石油中则含有由更多碳原子组成的烃。这些烃在化学性质上是和甲烷相似的，即比较稳定，在一般情况下不与强酸，强碱，强氧化剂起反应，而在一定条件下，可以和卤素等发生取代反应，可以燃烧氧化……等。烷烃就是这些烃的总称，简称烷。由于石蜡是烷烃的混合物，所以烷烃有时也叫石蜡烃。

在烷烃的分子中碳原子的四个最外层电子完全和四个其它原子共用了，已经达到饱和了，所以烷烃又叫饱和链烃。烷字从“火”从“完”，有完全与饱和的意思，又有易着火，能燃烧的意思。

一、烷的同系列

若将烷烃按分子中碳原子的数目依次排列，就得出一系列的烷烃，如下表左方所示：

名 称	分子式	在常温下的状态	熔点℃	沸点℃	在液态时的比重
甲 烷	CH ₄	气	-184.0	-161.4	0.4240
乙 烷	C ₂ H ₆	气	-172.0	-88.6	0.5462
丙 烷	C ₃ H ₈	气	——	-42.2	0.5824
丁 烷	C ₄ H ₁₀	气	-135	-0.5	0.6010
戊 烷	C ₅ H ₁₂	液	-129.7	+36.1	0.6263
己 烷	C ₆ H ₁₄	液	-95.3	+68.7	0.6594
.....					
十六烷	C ₁₆ H ₃₄	固	+18.1	+286.5	0.7733
十七烷	C ₁₇ H ₃₆	固	+22.5	+303	0.7767
.....		固			

从表中可以看出:

1、在组成上,任何一个烷烃和它上下相邻的烷都是相差一个碳原子和二氢原子(即CH₂),而每一个烃分子中氢原子数总是比碳原子数的二倍还多两个。如果用n表示任何一个烷烃分子中的碳原子数,则它分子中的氢原子数就等于2n+2。任何一个烷烃分子都符合C_nH_{2n+2}这样一个式子的,所以C_nH_{2n+2}就是烷的分子通式。根据这个通式可以推算任何一个烷烃的分子式。例如含十五个碳原子的烷烃的分子式就是C₁₅H_{2×15+2}即C₁₅H₃₂。

2、在物理性质上,我们可以看出它们是随着分子组成的依次改变而逐渐变化的,例如它们的熔点和沸点以及在液体状态下的比重一般都是随着碳原子的增多而增高,前四个烷在一般情况下是气体,从C₅H₁₂到C₁₅H₃₂是液体,C₁₆H₃₄以后的烷是固体。从这里我们可以看到自然界中由量变转化到质变的规律。

凡是化学性质相似,组成上能用一个通式表示的一类化合物,按依次增加一个CH₂的顺序排列而到到的系列叫做这类化合物的同系列。例如上表左方所列的一系列化合物,都属于烷烃,所以叫做烷的同系列。同系列中的各个别化合物彼此互为同系物。如CH₄,C₂H₆,C₃H₈就都是烷的同系物。

同系物在结构上是相似的,烷的同系物的分子中各原子间的键都是单键,单键也可以说是烷烃结构上的特征。

不仅烷有同系列,其他各类化合物也有它们各自的同系列。

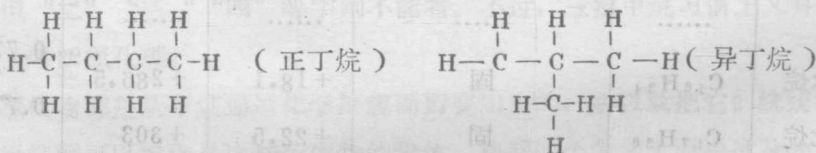
二、烷的异构现象和命名。

根据我国制定的化学物质命名原则，烷烃分子中碳原子数目在10个以下的，用天干名目（甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸。）表示碳原子的数目，后面加一“烷”字，即得系统名称。例如： CH_4 为甲烷， C_2H_6 为乙烷， C_3H_8 为丙烷，其余类推。

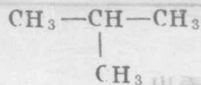
烷烃分子中碳原子数目在10以上的，则用小写的中国数字表示碳原子的数目。

例如： $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ 为十六烷， $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ 为十七烷。

实验证明，甲烷，乙烷，丙烷都只有一种结构，即没有异构体，但丁烷却有两种不同的结构（即有两种异构体），一个没有侧链，另外一个有侧链，它们的结构式分别如下：



简写为 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



这两个丁烷由于结构不同，物理性质也不一样，

例如 正丁烷 沸点 -0.5°C

异丁烷 沸点 -11.73°C

它们是两种结构不同，性质各异的物质，所以有必要用两个不同的名称以示区别。习惯上是把没有侧链的叫正丁烷，有侧链的叫异丁烷。

象上述化合物分子式相同但结构和性质不同的现象，叫做同分异构现象，简称异构现象。

分子式相同而结构不同，因而性质各异的几种物质，叫做同分异构体，简称异构体。

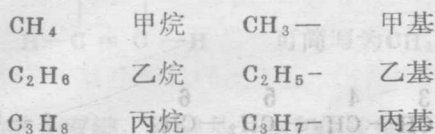
异构现象在有机化合物中是普遍存在的。烷烃中从丁烷开始有异构现象。丁烷有两个异构体，戊烷有三个异构体。随着碳原子数目的增加，同分异构现象就越复杂，同分异构体的数目也越多。例如分子式为 C_5H_{12} 的戊烷有3个同分异构体；分子式为 C_6H_{14} 的己烷有5个同分异构体。异构体如此之多，而每个异构体都应当有它自己的名称，仅用“正”和“异”来区别，就不能满足要求了。因此国际上采用一个系统命名法，1892年在日内瓦召开的一次国际化学会议上，规定了一个广泛而有系统的命名原则，叫做日内瓦命名法，或称系统命名法。以后又经过国际化学家协会的几次修订而日益完善，可适用于所有

的有机化合物，这个命名原则已普遍为各国所采用。我国所用的有机化合物命名原则，也是根据系统命名法制定的。现将烷烃的系统命名法扼要介绍于下：

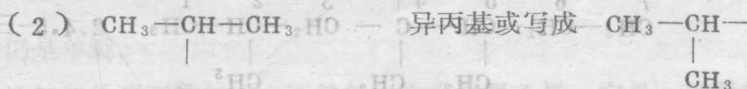
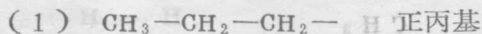
在介绍系统命名法之前，有必要首先介绍一下“烷基”的名称，

1、**烷基**：烃分子中少掉一个或几个氢原子而形成的基团叫做烷基，常用R—表示，从不同的烃类可以得到不同类型的烷基，例如从烷烃可得烷基，从烯烃可以得到烯基，从芳香烃可以得到芳香烃基等。（芳香烃和烯烃将在下面章节讨论）。芳香烃基有时也用Ar.表示。

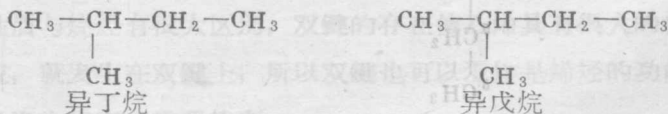
烷基的名称是根据所源出的烃而命名的。例如由甲烷少掉一个氢原子后所剩下的基叫甲基，由乙烷少掉一个氢原子所剩下的基叫乙烷基。烷字通常可省去，就叫甲基，乙基，其余类推，常见常用的烷基有如下几个：



由丙烷形成丙基有两种情况，即少掉链端的一个氢原子或少掉链中间的一个氢原子。



前一种叫正丙基，后一种叫异丙基。凡有 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$ （异丙基）链端的化合物，习惯上命名为“异”△△。例如：



2、烷的系统命名法：

直链（即不带侧链的）烷的命名已如前述，即按它所含碳原子数目称为“某”烷。碳原子数在十以下的，用天干名目表示（如甲烷，乙烷……），碳原子数在十以上的，直接用数字表示（如十一烷，十二烷……）。

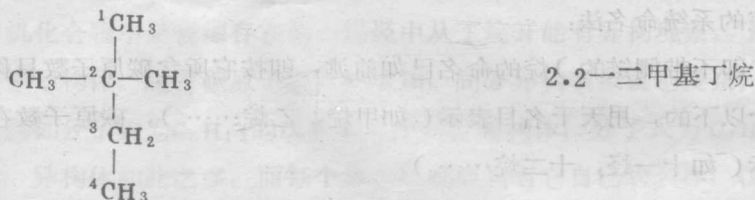
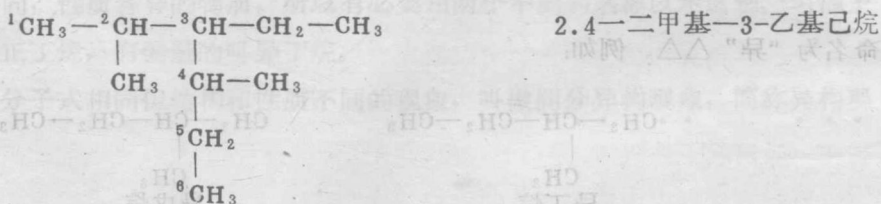
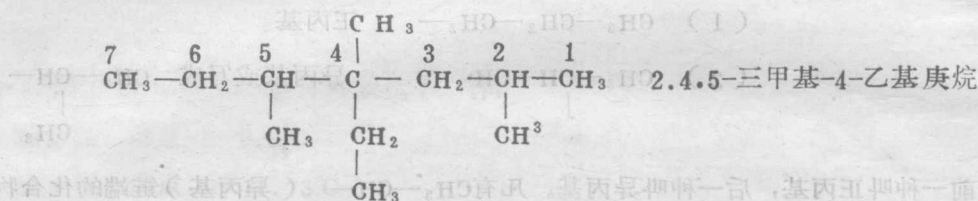
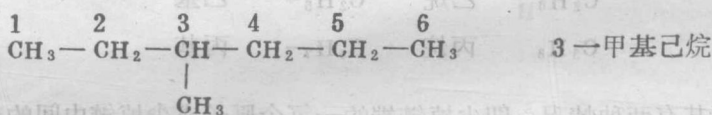
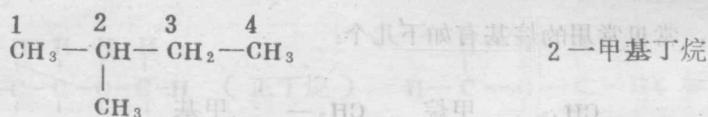
带侧链的烷可以看作是直链烷烃的烷基衍生物，按下列原则命名：

(1) 从结构式中选定最长的碳链作为主链，把支链看作取代基（取代烃分子中氢原子的原子或原子团，叫做取代基）。根据主链所含碳原子的数目而称为“某”烷。

出 (2) 从靠近支链的一端开始, 将主链上的碳原子依次用阿拉伯号码 1, 2, 3, 4……标明。

(3) 把取代基的名称写在主链烷烃名称的前面, 在取代基名称的前面注明它所在的位置。(取代基的位置由它所连接的碳原子的号数表示)。位置号数和侧链烷基的名称之间划一短横线。

出 (4) 如果带有几个不同的取代基, 把简单的写在前面, 复杂的写在后面; 如果带有相同的取代基, 则在基的名称的前面用中国数字二、三、四等表明相同取代基的数目。几个位置号数之间用逗点分开, 例如:



上面最后一例中有二个甲基的侧链, 虽然是连在同一个碳原子上, 但位置号数不能省, 仍然要写两个, 这是原则。

从上面的例子可以看出，烷的系统名称不仅反映了它们的组成，而且反映了它们的结构，这就是系统命名法的优越性。

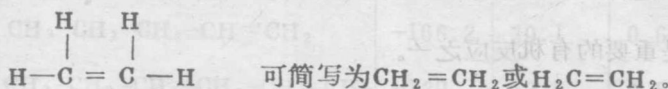
第三节 烯 炔

开链烃分子结构中具有一个双键的叫做烯烃，是未饱和烃中的一类。它们的分子组成比同级（即碳原子数相同）的烷烃分子少两个氢原子。所以烯烃的分子通式是 C_nH_{2n} 。

最简单的烯烃是乙烯。下面就以乙烯为例，重点讨论烯烃的理化性质。

一、乙烯的分子结构和物理性质

乙烯的分子式是 C_2H_4 ，比乙烷少二个氢，它的结构式是：



其中两个碳原子之间的键是双键，双键是未饱和的象征，也是烯烃的结构特征。双键表示共用两对电子，即 $\text{H}:\text{C}:::\text{C}:\text{H}$ 。从乙烯的结构式中可以看出每个碳原子仍是四价的，碳氢之间的键仍是单键。

乙烯存在于焦炉气和热裂石油气中，天然气中也有少量乙烯。它是一种无色，带甜香味的气体，几乎不溶于水，比空气稍轻，工业上是有机合成的基本原料。用于制造合成橡胶，合成纤维，塑料，炸药和乙醇等产品，对人有麻醉效应，对水果如蕃茄等有催熟作用。

二、乙烯的化学性质

乙烯的化学性质与烷烃有很大区别，双键的存在使乙烯具有很大的化学活泼性。乙烯的大部分化学反应，就发生在双键上，所以双键也可以看作是烯烃的功能基，乙烯的化学活泼性表现在容易发生反应，重要的有：

1、氧化反应：乙烯和甲烷一样，在空气中容易燃烧，生成二氧化碳和水。并放出热：



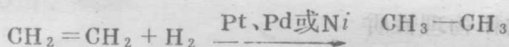
但乙烯和饱和链烃不一样，即不但能燃烧，还易被氧化剂氧化。若把乙烯通入高锰酸钾溶液中，高锰钾溶液的紫色即褪去，不仅乙烯，其它的烯烃也是一样，这个现象是烷所没有的，因此，实验室中常利用这个反应区别烷和烯。

2、加成反应：

把乙烯通入溴水中，溴水的颜色（红棕色）也会褪去，这是因为乙烯与溴反应生成了一种新的加成物溴化乙烯（即二溴乙烷）。二溴乙烷是无色液体。



在有适当催化剂（如铂、钯或镍）存在及加压的情况下，乙烯可与氢加成生成乙烷：

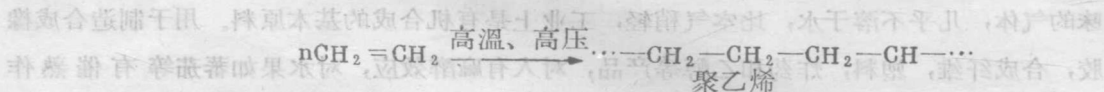


象上面这样一种单质或一种化合物和另一化合物作用生成一种加成产物的反应叫做加成反应，是重要的有机反应之一。

从上面两个反应的例子也可以看出：在乙烯的双键中有一个键是容易裂开的。当溴或氢与乙烯反应时，溴或氢便与双键中裂开的那个键所连的两个碳原子结合形成两个单键。于是双键不复存在，而未饱和化合物则因加成而变成饱和的了。

3、聚合反应：

乙烯不但能与其它单质或化合物发生加成反应，还能通过双键的破裂而自相加成。例如在高压和适当高温并有少量氧的催化下，乙烯可以多分子相互加成而生成分子量很大的聚乙烯。



聚乙烯的分子式可以简缩地写成 $-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-$

由低分子量的化合物结合成分子量较高的化合物而不析出低分子副产品的这种反应，叫做聚合反应。

烯烃的聚合都是通过双键的破裂而使分子互相结合的反应。聚合后所得的产物称为聚合物。参加聚合反应的低分子量化合物称为单体。两分子单体聚合得到的是二聚体，三分子单体聚合得到的是三聚体，多分子单体聚合得到的就是多聚体。

聚乙烯是乙烯的多聚体，它是一种分子庞大，分子量很高（几千乃至几千万）的高分子化合物，具有吸水性小，电绝缘性好，能抗腐蚀等优良性能，可以制成各种容器，管道和薄膜等塑料制品，用途很广。

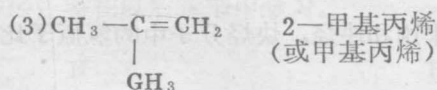
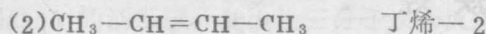
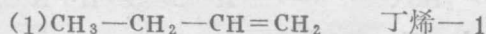
三、烯烃的同系列, 异构现象和命名

烯烃是未饱和链烃中的一大类。乙烯是烯烃中最简单的一个，汽油和煤油中都含有少量液态的烯烃。若按烯分子中碳原子数的逐渐增多而依次排列，即得烯的同系列，下表列举了烯的同系列的最前几个同系物和它们的物理性质：

名 称	分子式	结 构 式	熔点℃	沸点℃	比重
乙 烯	C_2H_4	$CH_2=CH_2$	-169.5	-103.7	0.570(沸点)时
丙烯—1	C_3H_6	$CH_3-CH=CH_2$	-185.2	-47.7	0.610(„)
丁烯—1	C_4H_8	$CH_3-CH_2-CH=CH_2$	-185.4	-6.4	0.5946(„)
戊烯—1	C_5H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	-166.2	30.1	0.6411
己烯—1	C_6H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	-139	63.5	0.673

} 20℃
时

烯烃的异构现象是从丁烯开始出现的，丁烯有三种不同的异构体，即：



(1)与(2)的异构现象仅是由于双键的位置不同,所以属于位置异构,而(3)与(2)或(1)的异构现象则是由于碳链结构不同(有侧链和没有侧链)所以属于碳链异构,随着烯烃碳原子数目的增加,异构体也大量地增加起来。烯烃还有一种由于原子在空间排列不同而产生的顺反异构现象,留待后面的章节中再介绍。

烯烃的系统命名法和烷烃的系统命名法基本上是一致的，例如用天干名目或小写的中国数字表示碳原子数目，侧链名称写在烯的名称前面等等。但按照烯的命名原则，有下面几点应注意，即：

- 1、选择最长碳链作主链时，应选含双键的最长碳链。
- 2、用阿拉伯号码标明主链碳原子次序时，应从靠近双键的一端开始，而不是先考虑侧链，定好双键位置之后，侧链的位置在一般情况下也就跟着定妥了。
- 3、双键的位置要用数字写在全名称的后面，名称与位置号码之间加一短横线，举例说明如下：