

第一篇 有机化学

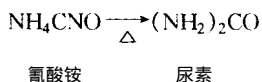
第一章 有机化学概述

第一节 有机化合物及有机化学

化学是研究物质的组成、结构、性质、合成及其变化规律的科学。自然界中存在着千千万万种物质，就其组成和性质分为无机化合物（简称无机物）和有机化合物（简称有机物）两大类。有机化学是研究有机化合物的科学，有机化合物大量存在于自然界中，如粮食、油脂、纤维（棉、毛、丝、麻等）、石油、煤、橡胶、糖、药材等。

作为一门单独学科，有机化学奠基于 18 世纪，有些科学家从生物体中分离提取了诸如酒石酸、苯甲酸、乳酸、苹果酸等有机化合物，但直至 19 世纪初，许多化学家还对有机化学和有机化合物的含义有不正确的理解。当时享有盛名的瑞典化学家贝齐利士（J. Berzelius）提出了“生命力”学说，即认为有机化合物只能在有生命的生物体中制造得到，不可能在实验室用化学方法从无机化合物制得，因此生命力的存在是制造或合成有机物质的必要条件，“有机物”这个名词由

此而来，意思是指“有生机之物”。按照“生命力”论者的观点，有机化合物的人工合成是个禁区。但是，1828年德国化学家维勒（F. wöhler）首先在实验室将无机物氰酸铵溶液蒸发，得到了原先只能从人体排泄物尿中取得的有机化合物尿素：



这是人工首次制得的有机化合物。人工合成尿素的成功是有机化学发展的一个重大转折，它动摇了“生命力”学说。随着生产实践和科学研究的不断发展，继维勒之后，一系列人工有机合成实验不断取得了成功，合成了醋酸、油脂、糖类等有机化合物。实践是检验真理的惟一标准，这证明了人工合成有机物是完全可能的，“生命力”被彻底摧毁。但由于历史和习惯的原因，“有机”一词仍被保留下来，但却有了新的含义。

19世纪下半叶，有机合成研究工作取得了迅猛发展，在此基础上，20世纪初开始建立了以煤焦油为原料，生产合成染料、药物和炸药为主的有机化学工业。20世纪40年代开始的基本有机合成研究又迅速发展了以石油为主要原料的有机化学工业，特别是合成了合成纤维、合成橡胶、塑料三大材料，大大促进了现代工业和科学技术的发展。

通过元素分析法，人们发现所有的有机化合物都含碳元素，即都是碳化合物，因此，有机化学就是研究碳化合物的科学。经进一步分析，绝大多数有机化合物中含有氢元素，除碳、氢元素外，许多有机化合物中含有氧、硫、氮、卤素等元素。从结构上看，所有的有机化合物都可以看作是碳氢化合物及其衍生物，所以有机化学也就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学，这是有机化学的又一含义。

但是并不是说所有的含碳化合物都是有机化合物，对于一些简单的含碳化合物，如二氧化碳、碳酸盐、氰化氢等，由于它们的结构和

性质与无机化合物类似，所以不把它们列入有机化合物的范畴，而作为无机化合物去研究。由此可以看出有机化合物与无机化合物并没有绝对的界限，二者是可以转变的。

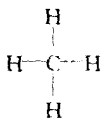
第二节 有机化合物的结构

一、有机化合物中的共价键

有机化合物是碳化合物。碳元素位于元素周期表的第 IV A 族，核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，处在周期表的这个特殊位置，决定了碳原子在与其他元素形成化合物时不易获得或失去电子，因此不易形成离子键，而总是和其他元素各提供一个电子形成两个原子共有的电子对，这种以共用电子对形式存在的化学键称为共价键。例如，碳原子和四个氢原子形成四个共价键而生成最简单的有机化合物甲烷 (CH_4) 其电子式为：



两个原子之间共用一对电子形成的共价键通常用 “—” 表示，因此甲烷也可用下式表示：

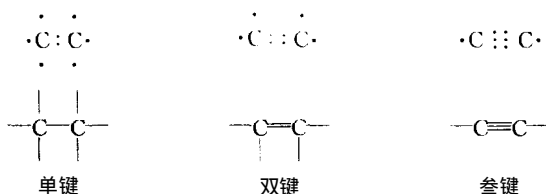


二、有机化合物的分子结构

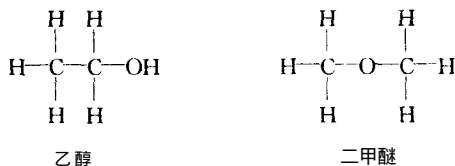
在有机化学中，化合物的结构是指分子中原子间的排列顺序、原子相互间的立体位置、化学键的结合状态以及分子中电子的分布状

态等各项内容的总称，本节简要介绍部分内容，其他方面在后面章节中陆续讨论。

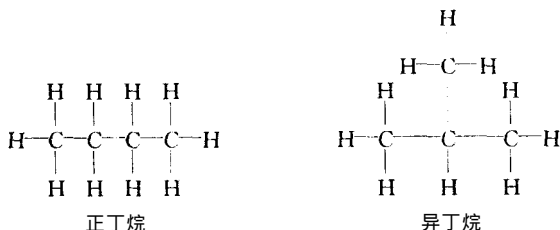
1. 碳原子之间的结合方式 在有机化合物中，碳元素是个主要元素，碳原子之间可以彼此连接，而且结合方式很多：碳原子之间可以共价键连接成链状 也可连接成环状 还可以一对、两对、三对共用电子的形式结合形成碳碳单键、双键或叁键。



2. 同分异构现象 有机化合物结构上的一个重要特征是存在同分异构现象。在有机化合物中，有许多化合物分子式完全相同，但性质不同，如乙醇和二甲醚这两个化合物分子式都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 但结构不同，导致性质差异，是两种不同的化合物：



又如丁烷和异丁烷的分子式都是 C_4H_{10} 但结构不同：



有机化学把这种分子式相同，但结构不同，因而性质不同的现象

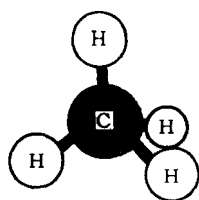
叫同分异构现象，这些化合物互称同分异构体。

3. 有机化合物结构的表示方法 由于同分异构现象的普遍存在，单用分子式已不能准确地表示某一有机化合物，所以有机化合物经常用其他式子表示，常用的有电子式、构造式、构造简式。例如：

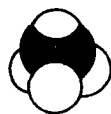
化合物	甲烷	乙醇	甲醚
分子式	CH_4	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
电子式	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{C}:\text{O}:\text{H} \\ \vdots \quad \vdots \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \vdots \quad \quad \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{O}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \quad \quad \vdots \end{array}$
构造式	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
构造简式	CH_4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$

从上可知，分子式仅能表示分子组成，电子式能表示化合物的各原子之间形成的共用电子对的情况，而构造式能表示出原子的排列顺序和结合方式，构造简式既能表示出分子内原子的排列顺序，又容易看出各原子的个数，所以一般用构造简式（后面也称构造式）表示有机物。

在研究有机化合物分子时，为了形象地表示各原子的空间排列，可用一些分子模型来表示。最常用的模型有两种，一种是球棒模型，用不同颜色的圆球表示不同种类的原子，用短棒表示化学键，该模型不能反映原子的大小比例；另一种是比例模型，根据现代的价键数据，根据实测原子半径和键长比例将分子放大，能更真实地反映分子的立体形象，但它表示的价键分布不如球棒模型明显。例如甲烷的两种模型如下图所示。



球棒模型



比例模型

甲烷的分子模型

第三节 有机化合物的特性与分类

一、有机化合物的特性

与无机化合物相比，有机化合物有以下特点。

1. 有机化合物数量多 组成有机化合物的元素并不多，但有机化合物的数量却很多，目前无机化合物只有五万余种，而有机化合物的数量已达七百万种以上。有机化合物数量多的原因，首先是碳原子之间相互结合的能力很强，可以形成很长的碳链，也可以连成不同大小的碳环；其次就是由于同分异构现象的普遍存在。

2. 多数有机化合物都能燃烧 绝大多数的有机化合物都可以燃烧，如酒精、石油等。只含碳氢元素的化合物完全燃烧时生成二氧化碳和水，同时放出热量；含有其他元素时，则生成这些元素的氧化物。而大多数无机化合物不易燃烧，如食盐、纯碱等。

当然，这一特性也不是绝对的，如四氯化碳是有机化合物，却不能燃烧，而能作灭火剂；白磷是无机物，却能在空气中自燃。

3. 有机化合物的熔点较低 有机化合物在室温下常为气态、液态或低熔点固态，其熔点一般低于 300°C ，很少能超过 400°C 。而无机化合物的熔点则高得多，如氯化钠的熔点高达 800°C 。

有机化合物与无机化合物熔点相差很大的原因是晶体结构不同。固体有机化合物属于分子晶格，分子间的排列以微弱的分子间作用力吸引，破坏这种微弱的引力仅需要很少的能量。无机化合物多属于离子晶格或原子晶格，是靠离子间或原子间作用力相吸引，作用力要比分子间引力大得多。

4. 有机化合物一般难溶于水，易溶于有机溶剂 有机化合物的极性一般较弱或完全没有极性 而水的极性较强 根据‘相似相溶’原理，即极性大的溶质分子与极性大的溶剂分子相溶，极性弱的溶质分子与极性弱的溶剂分子相溶，极性相差较大的分子不溶，所以有机化合物一般难溶于水。

但有机化合物中，也存在如乙醇、乙酸等极性较大的有机化合物 它们易溶于水 甚至能以任何比例与水混溶。

5 有机反应速度较慢且副反应多 无机反应多为离子反应，瞬间即可完成 且产物较简单 例如：



有机化合物的化学反应，多数不是离子反应，而是分子间的反应，除了某些反应速度较快外，大多数有机反应需要一定的时间才能完成 为了加快反应 往往需要加温、加压、加催化剂或光照等来缩短反应时间。有机化学反应往往不是单一的反应，可得到几种产物，一般把某一特定反应条件下主要进行的一个反应称为主反应，其他的反应称为副反应。选择适当的条件可以减少副反应，提高主产物的产量。

由于有机反应产物复杂，所以书写反应式时，经常只表示出反应中的主要产物，同时在反应物与生成物之间用‘ $\longrightarrow$ ’表示。

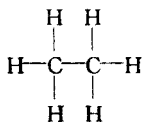
二、有机化合物的分类

为了研究方便，对数目庞大的有机化合物需要一个完善的分类方法。一般有机化合物有两种分类方法，一种是按碳链分类，另一种是按官能团分类。

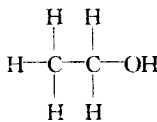
(一) 按碳链分类

按碳链结合方式的不同，有机化合物可分为三大族。

1. 开链族化合物 在这类化合物分子中，碳原子之间互相结合成碳链，不成环状。例如：



乙烷

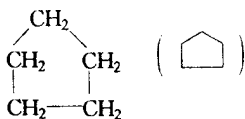


乙醇

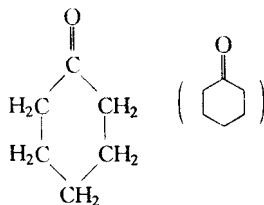
由于这类化合物最初在脂肪中发现，又称为脂肪族化合物。

2. 碳环族化合物 在这类化合物分子中，具有完全由碳原子互相连接而成的环状结构，它又可分为两类：

(1) 脂环族化合物：这类化合物可看作开链化合物连接闭合成环状而得，其性质和脂肪族化合物类似。例如：

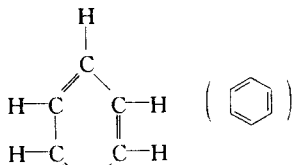


环戊烷

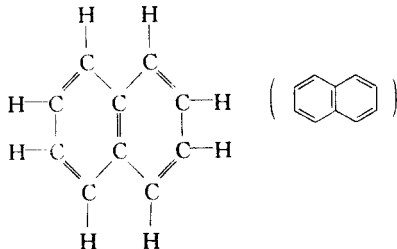


环己酮

(2) 芳香族化合物：这类化合物具有由碳原子连接而成的固定苯环结构，使它们具有一些特定的性质。例如：

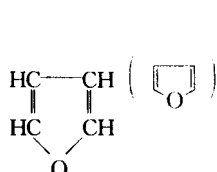


苯

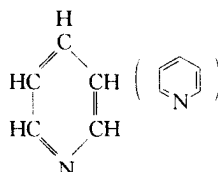


萘

3. 杂环族化合物 这类化合物也具有环状结构，但这种环是由碳原子和其他原子如氧、硫、氮等共同组成的。例如：



呋喃



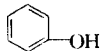
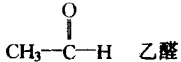
吡啶

(二) 按官能团分类

所谓官能团是指决定有机化合物分子主要化学性质的特殊原子或基团。一般说来含有相同官能团的化合物具有相似的性质，所以有机化合物可按照官能团分类。

根据分子中含有的官能团不同，可将有机化合物分为烷烃、烯烃、炔烃、醇、醚等类，如下表所示。

一些重要的官能团及结构

化合物类别	官 能 团		实 例
	结 构	名 称	
烷烃	无		CH_4 甲烷
烯烃	$\text{C}=\text{C}$	双键	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 乙烯
炔烃	$\text{C}\equiv\text{C}$	叁键	$\text{CH}\equiv\text{CH}$ 乙炔
卤代烃	$\text{X}(\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I})$	卤原子	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 氯乙烷
醇	$-\text{OH}$	羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 乙醇
酚	$-\text{OH}$	羟基	 苯酚
醚	$-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$	醚键	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ 甲醚
醛		醛基	

续表

化合物类别	官 能 团		实 例
	结 构	名 称	
酮	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$	羰基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ 丙酮
羧酸	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	羧基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ 乙酸
胺	$-\text{NH}_2$	胺基	CH_3-NH_2 甲胺
硝基化合物	$-\text{NO}_2$	硝基	CH_3-NO_2 硝基甲烷
腈	$-\text{C}\equiv\text{N}$	氰基	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$ 乙腈
磺酸	$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸基	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{SO}_3\text{H}$ 苯磺酸

小 结

有机物就是碳的化合物，是碳氢化合物及其衍生物。

有机物碳原子之间可以形成共价单键、双键和叁键，可以和其他原子形成共价键。表示有机物一般用结构简式。

有机物数量繁多，具有容易燃烧、熔点低、难溶于水易溶于有机溶剂、反应复杂速度缓慢且副反应多的特点。

习 题

一、解释下列概念：

(1)有机化合物 (2)共价键 (3)同分异构现象

二、简述有机化合物的特性。

三、根据碳链分类，下列化合物属哪一族？根据官能团分类，又属于哪类？

(1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ (2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$

(5) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ (6) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OH} \end{array}$ (7) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$ (8) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{Cl}$

第二章

脂肪烃

只含碳氢两种元素的有机化合物叫做碳氢化合物，简称烃。烃可分为开链烃和环状烃。开链烃中碳原子连接成链状，简称链烃，又称脂肪烃。环状烃中碳原子连接成闭合的碳环，简称环烃，环烃可分为脂环烃和芳香烃。

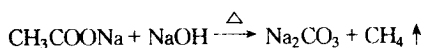
脂肪烃又分为饱和烃和不饱和烃。饱和烃是指分子中碳原子间都以单键相连，碳原子的其余价键完全被氢原子所饱和，饱和烃又称烷烃，甲烷是分子组成最简单的烷烃。

第一节 甲烷

一、甲烷的来源及实验室制法

甲烷主要来源于天然气和油田气。天然气的主要成分是甲烷，还含有少量乙烷、丙烷等少量低分子烷烃。在石油开采中除得到液体原油外，同时获得大量油田气，油田气的主要成分也是甲烷。

在实验室里，甲烷是用无水醋酸钠（ CH_3COONa ）和碱石灰（氢氧化钠和氧化钙的混合物）混合加热制得的，其反应方程式如下：



另外，还可发酵法制取甲烷，农村中将稻草、柴料等物质进行腐烂，制得的沼气中含有大量的甲烷，因此甲烷又称沼气。

二、甲烷的分子结构

甲烷是最简单的烷烃，其分子式为 CH_4 由一个碳原子和四个氢原子以共价键结合而成。用物理方法测得甲烷分子是正四面体结构，碳原子处于正四面体的中心，和碳原子相连的四个氢原子，居于正四面体的四个顶点。四个 C—H 键长完全相等，都是 0.110nm ，所有 H—C—H 键角都是 109.5° 。

甲烷的正四面体结构可以用碳原子的杂化轨道理论解释。碳原子在基态的电子层构型为 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$ ，其中 $2p_z$ 轨道是空的，在 $2p$ 轨道上的两个电子是未配对的，根据该电子层构型碳原子应当是两价的，而实际上甲烷以及其他烷烃中碳原子为四价，为此，杂化轨道理论提出：碳原子在形成烷烃时，碳原子 $2s$ 轨道上的一个电子吸收能量被激发跃迁到 $2p_z$ 这个空轨道上，这样就具有了四个各占据一轨道的未成对电子即形成 $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 的电子层结构。然后碳原子的一个 $2s$ 轨道和三个 $2p$ 轨道“杂化”组成四个能量相等的新的原子轨道—— sp^3 杂化轨道，每一个 sp^3 杂化轨道含有 $1/4s$ 成分和 $3/4p$ 成分， sp^3 杂化轨道是有方向性的，一头大，一头小如图 2-1 所示。

四个 sp^3 杂化轨道为使彼此间排斥力最小，体系最稳定，它们在空间的取向是指向以碳原子为中心的正四面体的顶点， sp^3 轨道的对称轴之间夹角为 109.5° 如图 2-2 所示。

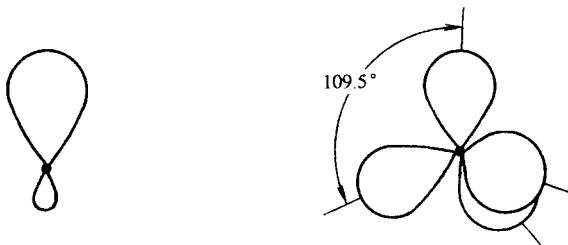


图 2-1 sp^3 杂化轨道形状 图 2-2 四个 sp^3 杂化轨道的空间形状

碳原子与四个氢原子结合时，四个 sp^3 杂化轨道分别与四个氢原子的 s 轨道进行交盖，形成四个等同的 C—H 键，键角 109.5° ，如图 2-3 所示。

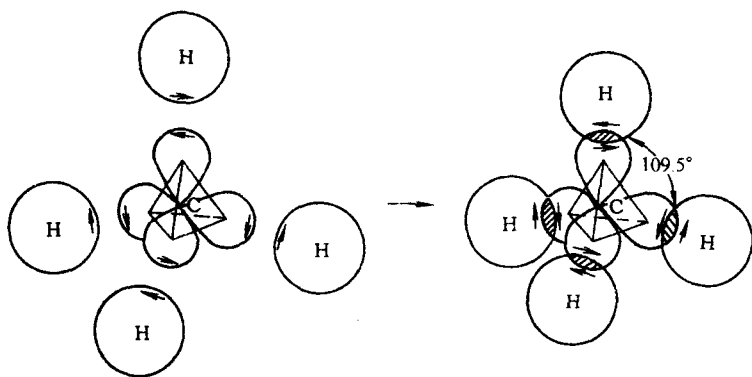


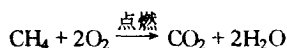
图 2-3 甲烷分子的形成

三、甲烷的性质

甲烷是一种无色、无味、无毒、比空气轻的可燃性气体。标准状况下密度为 0.717 g/L ，难溶于水。

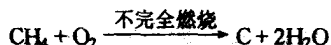
甲烷的化学性质在通常状况下很不活泼，与强酸、强碱、氧化剂、还原剂都不反应，但在特定条件下也可以发生一些反应。

1. 氧化反应 甲烷在空气中完全燃烧，生成二氧化碳和水，并放出大量热量。



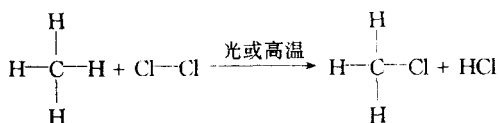
但是需要注意的是，点燃甲烷与氧气或空气的混合物，容易产生爆炸，甲烷在空气里的爆炸极限为 $5\% \sim 15\%$ ，在氧气里的爆炸极限为 $5.4\% \sim 59.2\%$ 。因此，在煤矿的矿井里必须采取安全措施，防止“瓦斯（甲烷与空气的混合物）”爆炸。

甲烷在空气不足时燃烧，由于燃烧不完全，产生大量黑烟：

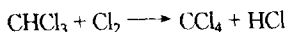
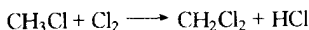


以上两个燃烧反应都属氧化反应。在有机化学中，凡是化合物分子中加入氧去掉氢的反应都属氧化反应。

2. 卤代反应 甲烷和卤素的混合物在室温及黑暗中不起反应，但在高温或光照条件下发生取代反应，甲烷中氢原子被卤素原子取代，得到不同卤代烷的混合物。烷烃中氢原子被卤素原子取代的反应称卤代反应。例如，甲烷与 Cl_2 的取代：



甲烷的氯代反应很难停留在一氯代阶段，生成的一氯甲烷能继续被氯代，生成二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳。氯代反应的阶段没有界限，是同时进行的，因此所得产物为四种产物的混合物。



生成的混合物彼此分离比较困难，但是控制一定的反应条件可以得到以一种氯代烷为主的产品，如控制反应温度、配料比等。

甲烷的氟代反应很剧烈，不易控制，碘代反应过于缓慢，所以卤代反应通常指氯代和溴代反应。

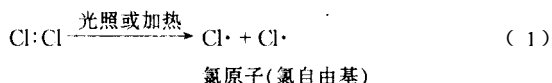
四、甲烷卤代反应历程

为什么一般情况下甲烷的卤代反应很难停留在一卤甲烷的阶段而生成混合物呢？混合物是怎样生成的？这需要了解甲烷的卤代反应历程。

化学反应式一般只表示反应物和生成物之间的数量关系，并不能表明反应生成产物的中间步骤及变化过程，反应历程则可以说明化学反应所经历的全部过程。反应历程又称反应机理，是对反应的全面详细描述和理论解释，是根据实验事实作出的理论假设。事实

越多，其可靠程度越大。反应历程是有机化学理论的重要组成部分。
下面简述甲烷的卤代反应历程。

卤代反应首先是卤分子在高温或光照条件下吸收能量而裂解为卤原子，下面仍以甲烷的氯代为例：



氯分子中键的均匀断裂，生成两个各带一个未成对电子的氯原子，这种共价键的均匀裂解称为均裂。均裂后生成的带有未成对电子的原子或基团（这里的氯原子）称为自由基，又称游离基，书写时一般在原子或基团旁加上一个点“·”来表示。

生成的氯自由基非常活泼，与甲烷分子碰撞时，会夺取甲烷分子中的一个氢原子形成 HCl 分子，并生成另一个具有未成对电子的新自由基——甲基自由基：

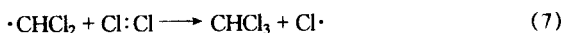
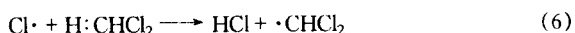
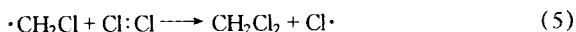
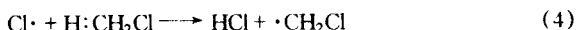


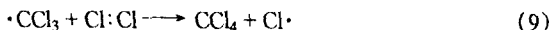
甲基自由基也非常活泼，当它与氯分子碰撞时，又会夺取氯原子而形成一氯甲烷分子和新的氯自由基：



这个新的氯自由基可以重复反应 (2)，生成的甲基自由基又可重复反应 (3)，像这种每一步反应都生成一个新的自由基，因而反应不断进行下去的反应叫做连锁反应，又因为这是自由基参加的连锁反应，所以又称为自由基反应。

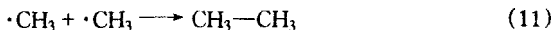
反应 (3) 生成的氯自由基除可以重复反应 (2) 外，也可以进行以下反应：





连锁反应通常包括三个阶段：

1. 链引发 即开始产生自由基的过程，如反应 1)。
2. 链传递 老的自由基消失，新的自由基产生，如反应 (2) ~ (9)。
3. 链终止 只有老自由基的消耗，没有新自由基的产生，使连锁反应不能继续进行，如下面的反应 10)~(12)：



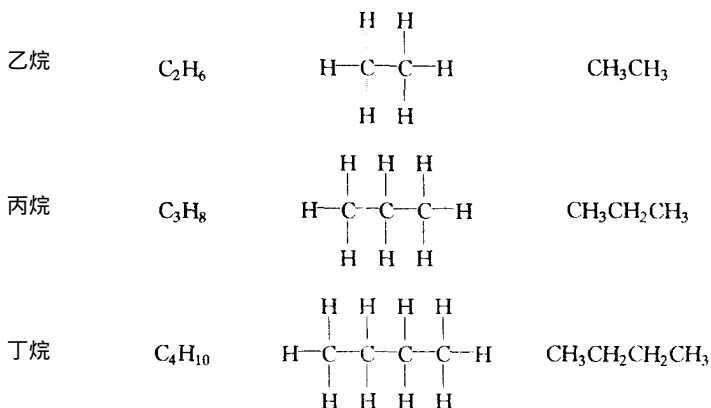
在反应的初始阶段，因有大量甲烷和氯气的存在，故氯自由基主要和甲烷分子碰撞，自由基之间碰撞的概率很小，但随着反应的进行，甲烷和氯气含量减少时，自由基之间碰撞机会增加，它们之间的结合使反应终止。

第二节 烷 烃

一、烷烃的通式和同系列

前面讨论了甲烷，甲烷是只含有一个碳原子的烷烃，按碳原子数的递增 其他烷烃依次分别为乙烷、丙烷、丁烷、戊烷等等 它们的分子式、构造式、构造简式如下：

名称	分子式	构造式	构造简式
甲烷	CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH_4



从上述化合物可以看出，分子中碳原子和氢原子在数量上是存在一定关系的，从甲烷开始每增加一个碳原子就相应增加两个氢原子。假定碳原子数为 n (n 为整数)，则氢原子数目为 $2n + 2$ 。因此可以用 C_nH_{2n+2} 表示一系列烷烃的组成，这个式子就叫做烷烃的通式。

我们将符合同一通式、结构相似、在组成上相差一个或多个 $-CH_2-$ 的一系列化合物称为同系列，同系列的各化合物互称为同系物。相邻的同系列之间相差一个 CH_2 ，不相邻的相差不同个数的 CH_2 ，这称为同系列的系差。由于同系物结构相似，故其化学性质相似，其物理性质则随分子中的碳原子数目的增加而呈现出规律性的变化。所以掌握了同系列中几个典型的、有代表性的成员的化学性质，就可以推知其他成员的一般化学性质，这为我们学习和研究有机物提供了方便。

二、同分异构现象

甲烷、乙烷、丙烷都只有一种化合物。从丁烷开始出现异构现象，这可以用下面的方式导出：甲烷中四个氢原子处于同等地位，任一氢原子被一个 $-CH_3$ 甲基取代，得到乙烷只有一种。乙烷中六个氢原子也处于同等地位，所以经甲基取代一个 H 后，所得丙烷也只有一种：