

77.16
HG
2

热 处 理 化 学

下 册

华中工学院机械工程系金相教研组

一九七六年五月

目 录

第八章 有机化合物——控制气氛的原料

- 第一节 有机化合物及其特性
- 第二节 链烃化合物
- 第三节 烷烃的衍生物
- 第四节 芳香烃及其衍生物
- 第五节 有机高分子化合物
- 第六节 有机化合物在热处理中的应用

第九章 热化学

- 第一节 化学反应热效应
- 第二节 反应热效应的计算
- 第三节 热力学第一定律
- 第四节 生成热定律
- 第五节 高温下反应热效应的计算

第十章 化学反应速度——渗碳的基本原理

- 第一节 化学反应速度表示法
- 第二节 影响化学反应速度的因素
- 第三节 反应速度的活化能理论
- 第四节 扩散和扩散定律

第十一章 化学平衡——控制气氛的基本原理

- 第一节 控制气氛中的化学反应
- 第二节 化学平衡和平衡常数
- 第三节 热力学函数对平衡常数的计算
- 第四节 化学反应等温方程式——钢铁无氧化、不脱碳加热条件
- 第五节 不同温度下 K_p 的计算
- 第六节 化学平衡移动
- 第七节 控制气氛碳势调节原理

附录

- 一、平衡常数的热力学推导
- 二、等压方程式

第十二章 金属的腐蚀与防护

- 第一节 原电池
- 第二节 电极电位
- 第三节 电解和电镀
- 第四节 金属的腐蚀
- 第五节 金属的防护方法
- 第六节 金属的氧化处理—发蓝

附录

- 一 电极电位与浓度的关系
- 二 分解电压
- 三 超电压
- 四 理论分解电压的计算

热力学数据表

- 表1 从 0° — $t^{\circ}\text{C}$ 各种气体的平均比热
- 表二 某些物质的热容 C_p 、标准生成热 ΔH_{298} 、标准熵 S_{298} 及标准生成自由能 ΔG_{298} 数据
- 表三 某些反应的标准自由能变化和温度的关系

第八章 有机化合物

一 控制气氛的原料

经过无产阶级文化大革命，我国工人阶级和革命的技术人员狠批了刘少奇一类骗子散布的“洋奴哲学”、“爬行主义”等谬论，使得控制气氛这项新技术在我国热处理中得到越来越广泛的应用。

我们知道，工件在一般热处理炉中加热时，由于直接与空气或炉浴接触。这样，空气中的氧或溶于炉浴中的氧就与工件表面作用，使工件发生氧化、脱碳，严重影响了工件表面质量，降低了工件的机械性能。

控制气氛（又称可控气氛）分为二类。一类是向热处理炉通入成分可以控制的气体，使工件表面不氧化、不脱碳，实现光亮淬火、光亮退火，这种可控气氛，称为保护气氛。另一类控制气氛就是通入成分可以控制的气体，一方面使工件受到了保护作用（不氧化、不脱碳），另一方面又达到了渗碳（或渗氮）的目的，使工件表面的含碳量、碳浓度及渗碳层厚度能准确地受到控制，这种控制气氛称为渗碳（或渗氮）气氛。

目前，国内外用的控制气氛，大都采用有机化合物作原料，利用它们在高温下的热分解，或在高温下进行不完全燃烧而制得。在渗碳时除用木炭作固体渗碳剂外，还常采用一些有机化合物作气体渗碳剂，例如：甲烷、煤油、天然气、苯和酒精等。因此在本章里针对热处理中常用的有机化合物，系统的介绍一下有机化合物的知识，对我们掌握这些化合物的应用是有意义的。

第一节 有机化合物及其特性

前面我们学过的各种金属、非金属、氧化物、酸、碱、盐等物质，它们叫做无机物。而在我们日常生活中和生产中常遇到另一类物质，例如粮食、油脂、蛋白质、塑料、汽油、煤油等，这些物质都属于有机化合物，或简称有机物。

毛主席教导我们：“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。”有机化合物区别于无机化合物具有它本身特殊的矛盾。例如不论是天然或合成的有机化合物，当它们受热后有碳化现象，燃烧后都有 CO_2 的生成。事实证明，碳是一切有机化合物所共有的成分。所以有机化合物可以说是含有碳的一类化合物。有机化合物除含碳元素外，绝大多数都含有氢元素，有的有机

化合物还含有氧、氮、卤素、硫等元素。由于有机化合物中，不含氢的较少，而且它们都可以看作是由碳氢化合物衍生来的。所以把碳氢化合物及其衍生物作为有机化合物的定义。

有机物是以碳为主体，分子是以共价键结合，并有特殊结构，这就构成有机物区别于无机物的一些特性。

有机化合物的主要特点：

一般有机物对热稳定性少

多数有机化合物熔点、比较低，很少有超过 300°C 。一般有机化合物的沸点也较低，在熔化或沸腾以前就开始分解，此外大多数有机化合物都容易燃烧，燃烧后多数生成 CO_2 ， H_2O ，及其他气体，所以燃烧后一般不留残渣。

2. 大多数有机化合物难溶于水

有机物大多数难溶于水，但易溶于有机溶剂中（如苯、乙醚、四氯化碳、酒精中）。

3. 有机反应速度较慢，反应比较复杂。

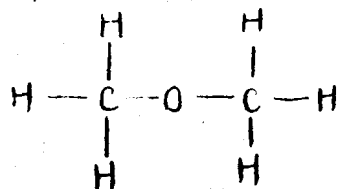
由于有机化合物一般不易电离为离子，在通常条件下，有机化合物的反应进行的较慢且不完全。在进行反应时，时常不是产生一种产物，在反应时，常利用加热、加压和使用催化剂来加速反应。

4. 同分异构现象多

在有机化合物中，常常发现同一个组成和分子式可以代表几种性质完全不同的化合物。例如乙醇和甲醚，它们的分子式同为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ，但它们的性质却完全不同，乙醇（俗名酒精）是液体，沸点 78°C ，能以任何比例与水混合，而甲醚在常温下是气体，几乎不溶于水。

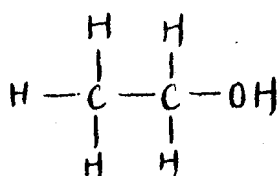
为什么同一组成的物质，会有不同的性质？这是由于它们的分子中原子间互相结合的顺序不同，即分子的结构不同，因此性质也就不同。例如：

甲醚的结构式



简写 ($\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$)

乙醇的结构式



简写 ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$)

象上述所列的式子，它不仅表明组成分子的原子的种类和数量，而且用短线表明了分子中各个原子结合的顺序，这样的式子叫做结

构式。在甲醛的结构式中的氧原子两边各联着一个碳原子，而在乙醇中的氧原子一边联着氢原子，另一边则联着一个碳原子。

我们把分子式相同，分子结构不同而性质不同的物质叫做同分异构体，这种现象叫同分异构现象。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。

烃是由碳氢两种元素所组成的有机化合物。因此，碳氢原子的数目及排列方式的不同，可以得到结构不同的有机化合物。

根据分子结构的不同和性质上的差异，可把烃分为链烷化合物和环烷化合物两大类。

第二节 链烷化合物

链烷化合物分子结构的特点，分子中碳原子相互连接成两端张开的链，是属于直链状的一类碳氢化合物，故称为链烷。根据碳原子之间结合的情况，链烷又分为烷烷、烯烷、炔烷。

一、甲烷、烷烷

石油和石油产品是重要的化工原料。

我国是石油资源非常丰富的国家，不仅在陆地上，而且在辽阔的海域里都蕴藏着大量的石油和天然气。

解放前，我国石油工业处于极端落后的状态，帝国主义为了对中国人民进行残酷的压榨与掠夺，还制造了“中国是贫油国”的无耻谎言，妄图把我国沦为他们倾销“洋油”的永久市场。

解放后，在毛主席革命路线的指导下，我国石油工业得到了飞跃的发展，以大庆人为代表的我国石油工人遵循伟大领袖毛主席的教导，坚持“独立自主”、“自力更生”的方针，同叛徒、内奸、工贼刘少奇的反革命修正主义路线进行英勇的斗争，在短短的三年里建成了现代化的大型油田，开创了一条中国式的具有先进水平的开发油田的新道路。

石油是多种烃的混合物，其中以烷烷为主，烷烷包括甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷……等。人们按石油中各组分沸点的不同，将各成分加以分离的方法称为分馏。将石油分馏可得以下产品，见表8-1。

1. 甲烷

甲烷是可燃性气体，天然气及油田气的主要成分。在天然气中甲烷占95~98%。

我国是最早发现和使用天然气的国家。我国劳动人民早在1600年以前，就已利用天然气来熬煮什卤制食料。

表8-1

产品名称	沸点范围	主要成分的分子式和名称	用途
石油气	常温下为气体	CH_4 (甲烷) — C_4H_{10}	燃料、化工原料
石油醚	$60 \sim 90^\circ\text{C}$	C_5H_{12} (戊烷) C_6H_{14} (己烷)	
汽油	$90 \sim 160^\circ\text{C}$	C_7H_{16} (庚烷) C_8H_{18} (辛烷) C_9H_{20} (壬烷) $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ (癸烷) $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ (十一烷)	飞机汽车燃料
煤油	$150 \sim 300^\circ\text{C}$	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$, $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$, $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$, $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	拖拉机、照明灯的燃料和工业洗涤剂
柴油	$200 \sim 360^\circ\text{C}$	分子中含碳原子12个—23个	柴油机燃料
重油	锭子油	分子中含碳原子18~32个	机器或汽缸的润滑
	机油		
	汽缸油		
	凡士林	液态和固态碳氢化合物的混合物	医药
	石蜡	分子中含碳原子30~70个	蜡烛、蜡纸等
沥青		减压蒸馏后的残渣	建筑材料等

煤矿瓦斯、油田气、沼气中主要成分也是甲烷，甲烷是无色无臭、无味的气体。比空气轻、很难溶于水，能溶于汽油、煤油等。

甲烷是烷烃中组成最简单的化合物。在甲烷分子里有一个碳原子和四个氢原子，碳原子的外层有四个电子，而氢原子的最外层有一个电子。因此，一个碳原子的最外层的四个电子与四个氢原子形成四个共用电子对。甲烷(CH_4)的结构式为

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \quad (\text{H} - \text{C} - \text{H}) \\ | \\ \text{H} \end{array}$$
 在甲烷的分子中碳原子的四个价键完全

被氢所饱和。值得注意的是，在甲烷的分子中各原子并不是共处于一个平面上，碳原子是位于正四面体的中心，四个氢原子分别位于正四面体的四个顶点（如图4-1所示）。

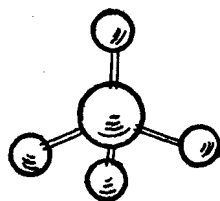
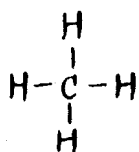
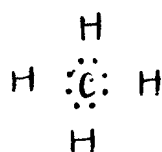


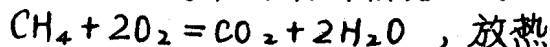
图4-1 甲烷的分子结构

甲烷化学性质比较稳定，在常温下难与强酸、强碱和强氧化剂（如高锰酸钾）等反应。这说明碳氢

单键是稳定的。但这种稳定性并不是绝对的而是有条件的。在另外一些条件下，如在高温、紫外光或催化剂的影响下，也会发生化学反应。

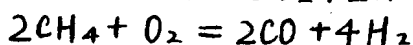
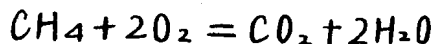
1. 甲烷的氧化

甲烷能与空气中的氧气燃烧生成二氧化碳和水，同时发出热量。

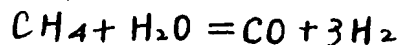


所以甲烷是一种很好的气体燃料，甲烷和空气混合达到一定比例时（甲烷含量5.5-13.5%）遇火即发生爆炸，使用时要注意此问题。

在热处理中，为了防止钢铁高温时被空气中的氧所氧化，可用甲烷在一定量空气中燃烧，发生下列反应：



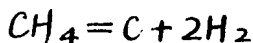
此外，在高温下 CH_4 能与 CO_2 与 H_2O 作用



生成的气体主要是 CO 和 H_2 ， CO 、 H_2 都是还原性气体，可使钢件在加热过程中不被氧化。工业上称这样的气体为保护气氛。

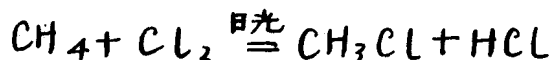
2. 分解反应

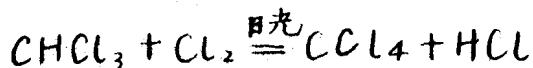
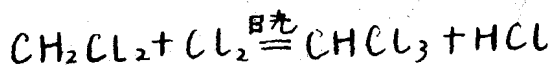
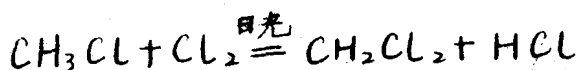
甲烷在 800°C 开始分解，而在 $1100-1200^\circ\text{C}$ 时，分解的速度更快，如有催化剂存在时，分解为氢和碳。



在热处理生产中，常利用甲烷的分解反应，在一定条件下，使分解析出活性碳原子，在工件表面进行渗碳。

3. 在日光照射下，甲烷与氯气发生反应，生成油状化合物。





在上述反应中，烷烃分子的氢原子被氯原子取代。这种反应叫取代反应。上述的反应的产物分别称一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯甲烷（四氯化碳）。一般得到的是混合物。如把它们分离，得到的产物有重要的用途，一氯甲烷用作冷冻剂。也是制造有机硅的原料，二氯甲烷是醋酸纤维的优良溶剂，也用于电路胶片的生产，三氯甲烷用作麻醉剂，四氯化碳是灭火剂。

如甲烷中的氧原子被氟原子取代，通常称作氟利昂，是目前较好的制冷剂之一，氟利昂的品种较多，它的命名与分子中C、H、F原子个数有关，具体到某一种氟利昂的命名按下列规则用数字表示：

第一个数字是碳原子数目减1

第二 " " " " 氢 " " " " 加上1

第三 " " " " 指氟原子数目

氧原子数目不必指出。

现将氟利昂的命名及熔沸点列表如下：

化学名称	分子式	通用名称	熔 点	沸点
三氯氟甲烷	CCl_3F	氟利昂-11	-111.1°C	23.77°C
二 " 二氯甲烷	CCl_2F_2	" " " -12	-115.0°C	-29.8°C
一 " 三 " " "	CClF_3	" " " -13	-180.0°C	-81.5°C
二 " 一 " " "	CHCl_2F	" " " -21	-135.0°C	8.92°C
一 " 二 " " "	CHClF_2	" " " -22	-160.0°C	-40.8°C
三氟甲烷(氟仿)	CHF_3	" " " -23	-163.0°C	-82.2°C
三氯三氟乙烷	$\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$	" " " -113	-35°C	47.57°C
二 " 四 " " "	$\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$	" " " -114	-94°C	3.55°C

一、烷烃

在石油中含有一系列与甲烷组成、性质和结构相类似的烷烃，见下表：(表8-2)

表 8-2 烷烃的结构和物理性质

名称	分子式	结 构 式	简 式	沸 点	常温下状态
甲 烷	CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH_4	-161.1	气态
乙 烷	C_2H_6	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH_3-CH_3	-88.6	气态
丙 烷	C_3H_8	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-42.2	气态
丁 烷	C_4H_{10}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-0.5	气态
戊 烷	C_5H_{12}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	36.1	液态
十七烷	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$		$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{15}-\text{CH}_3$	303	固态

由表 8-2 可看出：

(1) 每种化合物的分子都是由碳氢两种元素组成的。

(2) 每个碳原子都与四个其他原子相连接，碳原子间都以单键相连接（碳—碳原子间形成一对共用电子对即 $-\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}-\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}-$ ）因其价键已饱和，故烷烃又叫饱和链烃。

(3) 这类化合物的分子在组成上有一定的变化规律：相邻的两种烃分子，在组成上相差一个原子团 $-\text{CH}_2-$ ，即每增加一个碳原子就增加两个氢原子。如果分子中含有 n 个碳原子，则相应的氢原子个数为 $2n+2$ ，因此，烷烃可以用通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 表示。

(4) 烷烃的熔沸点、比重等物理性质随碳原子的增加而递增。在常温下，含有 1—4 个碳原子的烷烃是气体，含有 5—16 个碳原子的是液体，含 16 个碳原子以上的烷烃是固体。

化学上把性质相似，而分子组成相差一个或几个 CH_2 原子团

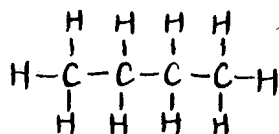
的物质，叫做同系物。表8-2中甲烷、乙烷、丙烷、丁烷……等都是同系物。

恩格斯指出：“将 CH_2 原子团一个一个地添加进去时，我们会获得一个本质上与前一物质不同的物质”。这就证明了自然界的量变引起质变的普遍真理。

(5)关于烷烃同系物的命名是按照烷烃分子中所含碳原子的数目而定的。碳原子数在十以下的用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸命名。碳原子数在十以上的则直接用数字来表示。如 C_4H_{10} 、 C_7H_{16} 分别命名为丁烷、庚烷、而 $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ 、 $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ 、 $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ 则分别命名为十五烷、十七烷、十一烷。

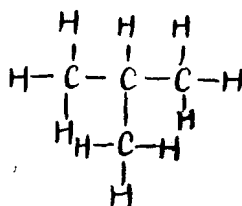
由于烷烃分子结构的共性，因此烷烃的化学性质相似，它们都是属于稳定的化合物。我们常利用烷烃这种安定性，液态烃可用作溶剂，固态烃可用润滑和密封作用。而利用烷烃加热分解的性质，在热处理工作中，常把烷烃作保护气氛的原料。

对烷烃的性质进一步研究，发现组成相同的烷烃有不同的物理性质。例如丁烷有两种同分异构体，即正丁烷和异丁烷：



正丁烷

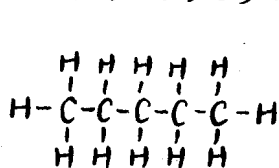
沸点 -0.5°C 比重 0.6010



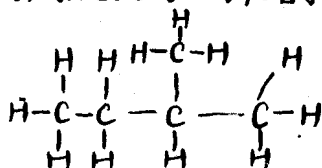
异丁烷

沸点 -10°C 比重 0.5592

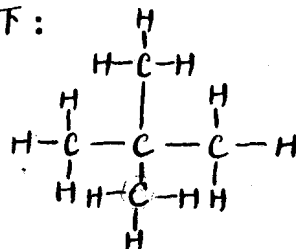
又如分子式为 C_5H_{12} 的戊烷就有三种结构如下：



沸点 36°C



沸点 28°C

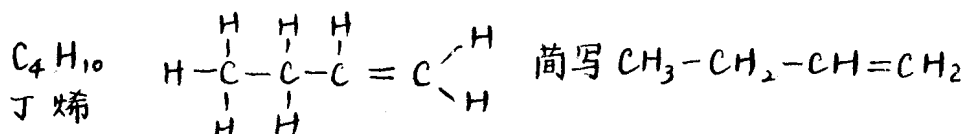
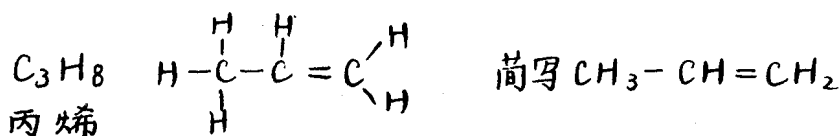
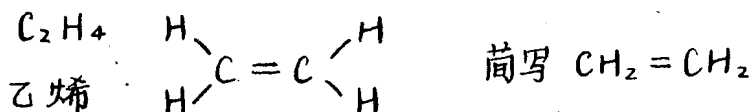


沸点 95°C

从上讨论可知：由于有机物中存在同分异构现象，使得由有限元素原子所组成的有机物都是无限的。同时，由于同系物的现象存在，则又使有机化合物有严密的系统，这样，就构成了有机化合物与无机化合物的显著区别。

二 烯烃 炔烃

上面所讨论饱和烃的特点，碳的价键都被氢原子饱和，但除饱和烃外，在碳氢化合物中，还有许多化合物，它们分子里的碳原子所结合的氢原子的数少于相应的饱和烃中的氢原子数。这类化合物称不饱和烃化合物。例如：



上述的分子结构都含有碳—碳双键($>\text{C}=\text{C}<$)，这一类物质称烯烃。烯烃分子与碳原子数相同的烷烃分子相比较，少两个氢原子，所以，烯烃的通式是 C_nH_{2n} 。

烯烃的结构决定了烯烃的化学性质。在烯烃分子中双键容易断开，而跟其他原子团结合，所以烯烃具有活泼的化学性质。

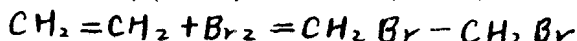
1. 烯烃的氧化反应跟其他饱和烃一样，乙烯在空气里燃烧能生成 CO_2 和水，例如



此外乙烯还能被氧化剂所氧化，例如把乙烯通入高锰酸钾溶液，溶液的紫红色很快消失，这是因乙烯本身被氧化，而使高锰酸钾发生了还原。

2. 烯烃能发生加成反应

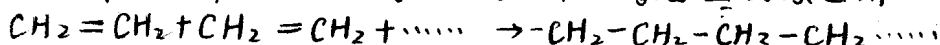
把乙烯气体通入溴水，溴的红棕色立即消失，这是乙烯与溴作用生成二溴乙烷，此反应用以鉴别不饱和烃的存在



由于乙烯分子的双键被打开，加上两个原子而达到稳定，这样的反应称加或反应。

3. 烯烃能发生聚合反应

在一定条件下，烯烃的分子里的双键会断开，分子之间通过加成反应互相结合，这种由相同分子互相结合成大分子的反应，叫聚合反应。例如乙烯在 400°C 和大气压下，聚合生成聚乙烯。

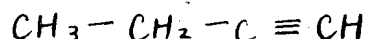
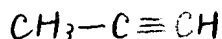
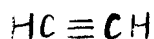


聚乙烯的分子式可简写成 $(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n$ ，聚乙烯是一种优良的塑料。分子中含有三键的不饱和烃叫炔烃，炔烃是比烯烃更不饱和的烃，例如：

乙炔

丙炔

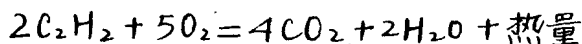
丁炔



炔烃的通式是 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

氧

最简单的炔烃是乙炔，乙炔也能与氧燃烧，产生的火焰叫炔焰，氧炔焰可达到 3500°C 的高温，工业上常用乙炔进行金属焊接和切割。



乙炔分子中的叁键很不稳定，容易与其他原子或原子团结合，乙炔在一定条件下，能与卤素和水等起加成反应，生成各种重要的有机原料。此外，乙炔在一定条件下，还能发生聚合反应。

总结上面的讨论，由于烃类都含有碳、氢两元素，因此饱和烃和不饱和烃，在空气燃烧时，都能生成二氧化碳和水蒸气。

因为烯烃和炔烃分子里具有双键和三键，因此它们的活动性要比烷烃强得多。由于不饱和烃这种性质，因此它们常被用作合成有机物的原料。

第三节 烷烃的衍生物

烃是有机化合物中的基本化合物，其他有机化合物可以看作烃类化合物中的氢原子被某些原子或原子团取代后的产物，或者说是由烃衍变而来的化合物。故称烃的衍生物。烃的衍生物，常具有某些典型化学性质，因此这些取代氢的原子或原子团，通常称活性基（又叫官能团）。最重要的一些活性基团为羟（音强）基 $(-\text{OH})$ ，羧（音疏）基 $(-\text{COOH})$ ，羰（音汤）基 $(>\text{C}=\text{O})$ ，和胺基 $(-\text{NH}_2)$ 等。

[注1] 所有的烷烃都可以用 RH 表示， R 代表烃基是烃分子中去掉一个或几个氢原子的剩余部分，如乙烷也可以用 RH 表示， C_2H_6 为其分子式， $-\text{C}_2\text{H}_5$ 就是乙烷的烃基称为乙基。甲烷的分子式为 CH_4 而 $-\text{CH}_3$ 称为甲基（甲基就是甲烷的烃基）。同样丙烷的分子式为 $-\text{C}_3\text{H}_8$ ，而 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 为丙基。

由于烃的分子中的氢原子被不同原子或原子团取代。所形成烃的衍生物种类很多，按其性质不同可分为醇类、醛类、酮类……等。（见表8-3）现举几个实例来研究它们。

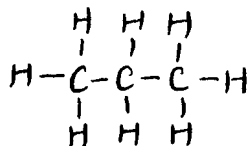
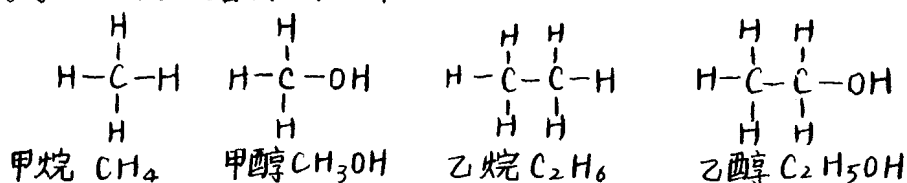
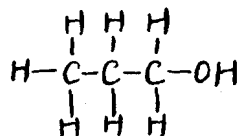
一 醇

醇可以看作烃分子中氢原子被羟基 $(-\text{OH})$ 取代后的产物。醇也同烃类一样，具有同系物。按其原子的多少，分为甲醇、乙醇、丙

表 8-3 烷 烃 的 衍 生 物

碳氢化合物 (作为基础)	其中一个氢原子 被氯原子取代	其中一个氢原子被 OH原子团取代	其中两个氢原子被 氧原子取代	其中三个氢原子被氧 原子及OH原子团取代
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ (乙 烷)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{Cl} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ (氯代乙烷)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{OH} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ (乙醇即酒精)	$\begin{array}{c} \text{H} & & & \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}=\text{O} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (乙 醛)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & \\ \text{H} & \text{O} & \end{array}$ (乙酸即醋酸)
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (丙 烷)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (氯代丙烷)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (丙 醇)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (丙 醛)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} \end{array}$ (丙 酸)
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (丁 烷)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (氯代丁烷)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ (丁 醇)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} \end{array}$ (丁 醛)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} \end{array}$ (丁 酸)

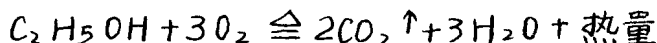
醇等，它们的结构式如下：

丙烷 C_3H_8 丙醇 $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

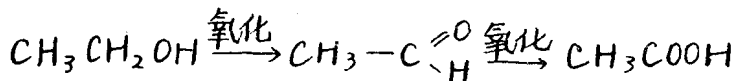
羟基是醇类共有的官能团，常用通式 $\text{R}-\text{OH}$ 表示醇的分子式。醇类物质的化学性质主要表现在羟基上，所以它们具有共同的化学性质。现以乙醇为例来说明：

乙醇俗称酒精，是一种无色，有芳香气味的液体，比水轻（比重0.8）能和水以任意比例相溶解。乙醇的化学反应：

1. 乙醇能在空气中燃烧生成二氧化碳和水，同时放出大量的热。



如用适当的氧化剂进行氧化，乙醇可被氧化成乙醛或醋酸。



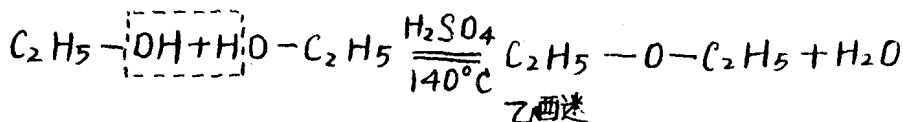
乙醇

乙醛

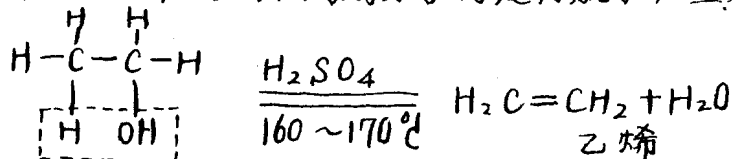
醋酸（乙酸）

2. 乙醇与浓硫酸混合加热，能发生脱水反应，由有机化合物的活性基互相作用，析出简单的分子（如水）的反应，称为缩合反应。

在 140°C 时，醇与醇分子之间发生脱水，生成乙醚：



在 $160 \sim 170^\circ\text{C}$ 时，则醇分子内进行脱水，生成乙烯：



由此可见反应条件对产物的生成有很大影响，反应条件不同，产物往往就不一样。

从以上乙醇的化学性质可以看出，乙醇虽然由乙烷分子中的一个氢原子被 OH 原子团（羟基）所取代的产物，但它的化学性质却

烷烃有很大的差别。醇较烷烃活泼得多。可见醇所特有的化学性质完全由羟基($-OH$ 原子团)所决定,象羟基这样,能赋予化合物某些典型的化学性质的原子团,通常称为官能团。

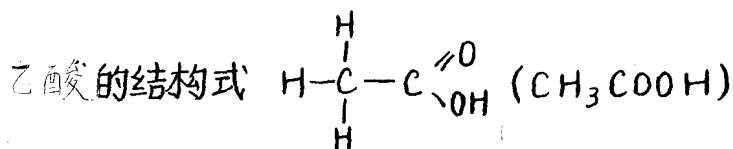
乙醇(俗称酒精)在实验室内常用作燃料。乙醇可以作溶剂。把树脂溶解在乙醇里,可以制造各种假漆。在油脂工业里,可以用乙醇作浸出剂。70~75%的乙醇医药上常作为消毒剂。

二羧酸

羧酸可看作是烃分子中氢原子被羧基取代后的产物。因有机酸中含有羧基($-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{smallmatrix}$),故有机酸称羧酸。

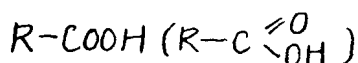
羧酸是一种有机酸,它具有酸的一切通性。例如它能和碱作用生成盐。羧酸的一个重要性质就是羧酸能与醇类反应生成酯类。现以最常见的乙酸为例来研究羧酸的性质。

乙酸是无色而有刺激性气味的液体,极易溶于水和酒精。油脂中含有5~6%的乙酸,因此乙酸又名醋酸,无水醋酸在常温时凝固成冰一样的晶体,所以纯醋酸又名冰醋酸。



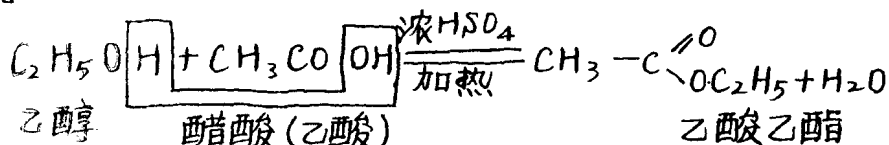
乙酸的结构式中含有 $-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{smallmatrix}$ 原子团(称羧基),它对羧酸的性质起决定作用,因此羧基就是羧酸的官能团。

凡有机化合物是由烃基和羧基结而成的叫羧酸。其通式为



酯化反应

酯化反应是羧酸的一种重要性质。例如醋酸和乙醇作用生成乙酸乙酯。



凡是醇和酸缩合脱水生成酯的反应叫酯化反应。

在有机化合物间,以官能团(如 $-OH$ 、 $-COOH$ 、 $-NH_2$ 等)互相作用而失去一些简单的分子(如水、氨等)而结合起来的反应称为缩合反应。而酯化反应就是乙酸以羧基 $-COOH$ 官能团与乙醇分子中的羟基($-OH$)官能团间相互作用,故酯化反应又属于缩合反应的类型。

市售的香蕉水就是醋酸戊酯，是良好的溶剂，乙酸除能发生酯化反应外还能和碱生成盐。

三、酮

丙酮是酮类化合物中最简单的。丙酮是无色的具有特殊气味的易燃的液体，沸点为 56°C ，易挥发。它可以以任何比例与水、乙醇和油类等互溶。它是一种良好的有机溶剂，丙酮可以溶解环氧树脂、油漆。它也是良好的去油剂。

酮的分子结构中含有羰基(>C=O)官能团，羰基位于碳链间，羰基的两端分别与两个烃基(-R)相连接。所以酮的通式为 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{R}$ 。

羰基两端的烃基可以是相同的如丙酮 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ ，也可以是不相同的烃基如丁酮 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{C}_2\text{H}_5$ 。

酮的化学性质比较稳定，在空气中不被氧化，一般条件下不发生化学反应。

四、醛

在含羰基的分子中，如羰基的一端与一个氢原子相连形成 $-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ 原子团称醛基，如 $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ 甲醛， $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ 乙醛，醛可用通式 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ （甲醛分子中与羰基两端相连的都是氢原子，所以甲醛）表示。

甲醛是醛类中最简单的。甲醛又名蚁醛。它是一种具有强烈刺激性气味的无色液体，沸点 -21°C ，易溶于水。35~40%的甲醛水溶液（称福马林）是良好的消毒剂和防腐剂。甲醛也是合成酚醛树脂（俗称电木）的原料。

氧化反应（银镜反应）：

甲醛分子中的氢原子，受碳氧双键的影响因而使甲醛分子中的氢原子变得活泼，甲醛易被氧化成甲酸。这可以由以下的实验得到证明。

[实验] 银镜反应

在干净的试管里，加入5毫升2%的硝酸银(AgNO_3)溶液，再滴加2%的稀氨水，边加边振荡试管，当有白色 Ag_2O 沉淀生成，继续滴加氨水使沉淀溶解，再加少量甲醛水溶液到试管中，小心加热试管，逐渐在试管壁有金属银生成。

