专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

涂　装　工

(基础知识)

劳动和社会保障部
中国就业培训技术指导中心　组织编写

中国劳动社会保障出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

涂装工：基础知识/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写．—北京：中国劳动社会保障出版社，2003

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-4059-5

Ⅰ．涂… Ⅱ．劳… Ⅲ．涂漆-技术培训-教材 Ⅳ．TQ639

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 091659 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

新华书店经销

印刷厂印刷 装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.5 印张 183 千字

2003 年 12 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

印数： 册

定价：14.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：http://www.class.com.cn

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

国家职业资格培训教程

涂　装　工

编审委员会

主　任　陈　宇

副主任　陈李翔　李　玲

委　员　王宝金　陈　蕾　袁　芳　葛　玮　刘永澎

沈照炳　应志梁　楼一光　秦克本　宋安祥

马剑南　焦恒昌　吕一飞　徐文彦　陈寿龙

朱庆敏　李智康　吴伟年　何春生　朱初沛

张海英　吴以平　王一飞　应国强

本书编审人员

主　编　张怀琛

编　者　胡松年　毛安初　黄寿华

主　审　吴一昌

前　言

为推动涂装工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在涂装从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——涂装工》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——涂装工》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上针对涂装工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别进行编写。《教程》的基础知识部分内容覆盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——涂装工（基础知识）》适用于对初级、中级、高级涂装工和涂装工技师、高级技师的基础知识培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由张怀琛（上海机床厂有限公司）、胡松年、毛安初、黄寿华（以上均属上海重型机器厂）编写，张怀琛主编；吴一昌（上海大众汽车有限公司）主审。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目　　录

第一章　基础理论知识……（1）
第一节　化学知识……（1）
第二节　识图知识……（36）
第三节　电工常识……（61）
第二章　专业基础知识……（73）
第一节　涂料基础知识……（73）
第二节　涂装基础知识……（102）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章　基础理论知识

第一节　化 学 知 识

从事涂装工作的技术人员，经常要与各种金属、塑料以及涂料、油漆、溶剂等材料接触，了解并掌握这些物质的成分组成、性质和变化规律，对提高涂装操作技能和分析解决生产实际中遇到的问题极有帮助。

一、涂装常用物质和化学反应

涂装工作中经常接触到的一些材料，根据其组成可以分成无机物和有机物两大类。无机物主要是指碳元素以外其他元素的化合物，如水、食盐、氨、硫酸等都是无机物。有机物是指含碳元素的化合物，一些简单的含碳化合物，如一氧化碳（CO）、二氧化碳（CO_2）、碳酸盐等少数简单的含碳化合物，它们的组成和性质跟无机物很相近，所以把它们归属在无机物里讨论。

1．涂装常用无机材料概述

无机物根据分子的组成可以分为单质和化合物两大类。

(1) 单质

由同种元素组成的物质叫单质。根据单质性质的不同又可分为非金属和金属两大类。

非金属单质有氧气、氮气、硫、磷、炭黑等，其中炭黑可作为无机颜料用，炭黑因能吸收辐射在它上面的光线，所以它的遮盖力很强。

金属单质一般具有特殊的金属光泽，容易导电、导热，有塑性、延展性等特性，如铁、铝、锌、铜等。根据金属颜色的不同，又把金属分为黑色金属和有色金属两大类，黑色金属包括铁、铬、锰；有色金属指黑色金属以外的所有金属。

根据金属活泼程度，我们总结出常见金属的化学活动性顺序如下：

$$\underset{\text{金属活动性由强逐渐减弱}}{\text{K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au}\longrightarrow}$$

在金属活动性顺序表中，金属的位置越靠前，金属在水溶液中就越容易失去电子变成离子，它的活动性就越强。在上列金属中，钾的活动性最强，钙次之，金的活动性最弱。排在氢前面的金属能置换出酸中的氢，排在氢后面的金属不能置换出酸中的氢。

铁、铝、锌是我们经常接触的金属，且它们的化学性质都比较活泼。单质铁的用途较少，工业上经常使用的钢铁实际上是利用自然界存在的铁矿石经过冶炼而得到的铁碳合金。含碳在2.11%以上的铁碳合金叫做生铁，含碳在2.11%以下的铁碳合金叫做钢。如在钢中再加入一定量的铬和镍等，可使钢不易生锈；钢中若加入一定量的锰，可增加钢的硬度和强度。

单质铝和锌在常温下都能和空气中的氧化合生成一层致密的氧化薄膜，这层薄膜不能让空气通过，因而使内部的铝或锌不再氧化。因此，工业上可将铝或锌用喷镀的方法镀在钢铁或其他金属的表面上用以防锈。此外，铝、铜等还可制成金属颜料，铝熔化后喷成细雾再经球磨机研磨制成的铝粉俗称银粉，具有独特的银色光泽。铜粉俗称金粉，是由铜锌合金制成，按两种金属的含量不同而呈现金黄色和红金色之间的各种颜色。

(2) 化合物

无机化合物根据其组成的不同，一般可分为氧化物、酸、碱和盐四类。

1) 氧化物　氧化物是氧元素和另一种元素组成的化合物，氧化物大致可分为酸性氧化物和碱性氧化物两类。

①凡能跟碱起反应，生成盐和水的氧化物，叫作酸性氧化物。例如:

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \Longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

$$SiO_2 + 2NaOH \Longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

上面反应式中的 CO_2、SiO_2 就是酸性氧化物。

大多数非金属氧化物是酸性氧化物，在常温下有的是气体如 CO_2、SO_2、SO_3 等，有的是固体如 P_2O_5、SiO_2 等。大多数酸性氧化物能与水直接反应生成酸。例如:

$$CO_2 + H_2O \Longrightarrow H_2CO_3$$

$$P_2O_5 + 3H_2O\ (\text{沸}) \Longrightarrow 2H_3PO_4$$

由于酸性氧化物对应的水化物是酸，所以酸性氧化物又叫作酸酐。例如，CO_2 称作碳酸酐，P_2O_5 称作磷酸酐。

石英粉是天然的氧化硅 (SiO_2)，可作为颜料，用于填泥、打底漆、地板漆中。大气中存在 CO_2、SO_2 等气体，能使金属发生腐蚀，其中 SO_2 与水反应后对金属的腐蚀尤为严重。

②凡能跟酸起反应，生成盐和水的氧化物，叫作碱性氧化物。例如:

$$CaO + 2HCl \Longrightarrow CaCl_2 + H_2O$$

$$Na_2O + H_2SO_4 \Longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

上面反应式中的 CaO、Na_2O 就是碱性氧化物。

金属氧化物大多是碱性氧化物，常温下都是固体，多数不溶于水，可溶于水的只有 Na_2O、K_2O、BaO 等几种。能溶于水的碱性氧化物和水反应生成碱。例如:

$$Na_2O + H_2O \Longrightarrow 2NaOH$$

$$BaO + H_2O \Longrightarrow Ba(OH)_2$$

有一些金属氧化物可以用作颜料，如氧化铁颜料，其主要品种有氧化铁红 (Fe_2O_3)、氧化铁黑 (Fe_3O_4)、氧化铁黄 ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$) 等。用作木器打底的哈巴粉，其主要成分就是含水的三氧化二铁，外观为栗棕色粉末，不溶于水，而溶于强酸中，具有较高的着色力和遮盖力以及较好的耐热性和耐光性。

此外，如红丹粉 (Pb_3O_4)、钛白粉 (TiO_2)、氧化锌 (ZnO) 等也都是金属氧化物颜料。

有些金属氧化物，如氧化锌 (ZnO)、氧化铝 (Al_2O_3) 等，它们既能和酸反应又能和碱反应，生成盐和水，这类氧化物叫作两性氧化物。

2) 酸　凡在水溶液中电离出来的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。例如:

$$HCl \Longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$H_2SO_4 \Longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

$$HNO_3 \Longrightarrow H^+ + NO_3^-$$

由上面电离方程式可知，盐酸（HCl）、硫酸（H_2SO_4）和硝酸（HNO_3）都属于酸。

根据酸分子中是否含氧原子，可把酸分成无氧酸和含氧酸。无氧酸如盐酸（HCl）、氢硫酸（H_2S）等；含氧酸如硫酸（H_2SO_4）、硝酸（HNO_3）等。

根据分子电离时所能生成的氢离子的个数，还可把酸分为一元酸、二元酸、三元酸等。例如，盐酸是一元酸，硫酸是二元酸，磷酸是三元酸，二元酸以上的酸统称为多元酸。

由于酸类物质在水溶液中都能电离出 H^+ 离子，因此它们具有一些共同的性质。例如，酸溶液能使紫色石蕊试液（或蓝色石蕊试纸）变红，但不能使无色的酚酞试液变色。再如，酸还能和金属活动性顺序表中排在氢前面的金属作用，生成盐和氢气。

在涂装施工中，盐酸、硫酸、硝酸等大量用于金属表面的除锈处理，工厂里习惯上叫酸洗。其基本原理是金属的锈蚀产物主要是金属氧化物，除锈就是利用酸与这些金属氧化物发生化学反应，使其溶解在酸溶液中。另外，酸与金属作用产生氢气，会使氧化物机械地剥落。例如：

$$Fe_2O_3 + 6HCl \Longrightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$$

$$Fe + 2HCl \Longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

纯盐酸为无色溶液，有刺鼻气味，在空气中，容易挥发出氯化氢气体而形成酸雾。一般浓盐酸的浓度约为 37%，密度 1.19 g/mL，工业用盐酸呈黄色，因为其中有 Fe^{3+} 离子存在。盐酸能腐蚀皮肤和织物，使用时必须十分小心。

纯净的硫酸是一种无色、黏稠、油状的液体，市场上销售的浓硫酸是含硫酸 96% 的溶液，密度是 1.84 g/mL。浓硫酸不易挥发，也没有气味。稀硫酸具有一般酸的通性，而浓硫酸还具有另外一些特性，如浓硫酸具有强烈的吸水性，它与水混合时放出大量的热，因此稀释浓硫酸时，一定要把浓硫酸慢慢地倒入水中，并加以搅拌，绝不能把水倒入浓硫酸中。由于浓硫酸不仅可以吸收空气中的水分，而且还能与纤维、糖等有机物作用，夺取这些物质里与水分子组成相同的氢和氧，而留下游离的碳。皮肤碰到浓硫酸时，由于发生脱水作用会引起严重的灼伤。因此，在使用浓硫酸时，必须注意安全。如果皮肤上不慎沾上浓硫酸，应立即用大量水冲洗，再用稀碳酸氢钠溶液冲洗。

纯净的硝酸是一种无色的液体，有刺激性臭味，密度 1.53 g/mL，容易挥发。硝酸具有极强的腐蚀性，它对皮肤、织物有强烈的腐蚀作用，它的俗名叫“硝镪水”，在使用时要特别当心。

浓硫酸以及冷的浓硝酸在和铁、铝、钴、镍等金属接触时，能使这些金属表面迅速氧化，生成致密的氧化膜，内部金属便不再受到腐蚀而起到保护作用，这种现象称为“钝化”。

除上述三种酸以外，磷酸在涂装中一般用于轻度除锈和精密件除锈以及磷化处理。磷酸是无色透明的晶体，具有吸湿性，易溶于水，和水能以任何比例混合。通常用的磷酸是一种无色、黏稠的浓溶液，内含 83%～98% 的纯磷酸。磷酸是一种中等强度的三元酸。

3）碱　凡在水溶液中电离出来的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫作碱。例如：

$$NaOH \Longrightarrow Na^+ + OH^-$$

$$Ca(OH)_2 \Longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

由上面的电离式可知，NaOH（氢氧化钠）、$Ca(OH)_2$（氢氧化钙）都属于碱。由于碱

类物质在水溶液中都能电离出 OH^- 离子，因此它们具有一些共同的性质。例如，碱溶液能使紫色石蕊试液（或红色石蕊试纸）变蓝色，使无色酚酞试液变红，再如碱能和酸发生中和反应生成盐和水。碱类一般都是固体。

纯净的氢氧化钠是一种白色固体，易溶于水，能吸收空气中的水蒸气而自身潮解，其水溶液有滑腻感。由于氢氧化钠有强烈的腐蚀性，因此又叫苛性钠、火碱或烧碱，在使用时必须十分小心，防止皮肤、衣服被腐蚀。氢氧化钠可用于清除涂装工件表面的油脂，达到表面净化的目的，但对于有色金属，氢氧化钠具有较强烈的腐蚀作用，如对铝、锌因能生成水溶性铝盐和锌盐而被侵蚀，所以不能用于有色金属的清洗。

氢氧化钙又叫消石灰或熟石灰，它是由生石灰（氧化钙）和水化合而成的。氢氧化钙是一种白色粉末，微溶于水，它的溶液俗称石灰水，碱性不如氢氧化钠强。熟石灰调制成石灰浆后是建筑表面的装饰材料。此外，熟石灰还可与其他材料一起制成腻子，用于填嵌工件表面的缺陷，以取得均匀平整的表面。

除上述两种碱以外，常用的还有氨水，可用 $NH_3 \cdot H_2O$ 表示，是氨气的水溶液，呈碱性，它与过氧化氢水溶液按一定比例混合后，用于漂白木材。

4) 盐　凡在水溶液中能电离出金属阳离子和酸根阴离子的化合物叫作盐。根据其组成不同，盐类又可分为正盐、酸式盐和碱式盐等。

正盐是酸跟碱完全中和的产物，比如氯化钠（$NaCl$）、硫酸铜（$CuSO_4$）、磷酸钠（Na_3PO_4）等都是正盐。酸式盐是酸中的氢离子部分被中和的产物，如碳酸氢钠（$NaHCO_3$）、磷酸氢钠（Na_2HPO_4）等都是酸式盐。碱式盐是碱中的氢氧根离子部分被中和的产物，如碱式碳酸铜〔$Cu_2(OH)_2CO_3$〕、碱式氯化铜〔$Cu(OH)Cl$〕等都是碱式盐。

盐类在常温下都是固体，大多数是白色晶体，少数盐类具有不同的颜色，例如氯化钴（$CoCl_2$）呈蓝色，硫酸铬〔$Cr_2(SO_4)_3$〕呈桃红色等。有些盐类从水溶液中析出形成晶体时，晶体中常结合一定数目的水分子，这样的水分子叫作结晶水，例如胆矾（或叫蓝矾 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$）、石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$）、绿矾（$FeSO_4 \cdot 7H_2O$）、明矾〔$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$〕等。虽然盐类电离时不一定有共同的离子生成，不像酸和碱那样有显著的通性，但它们还是具有某些相似的性质。例如，盐类在一定的条件下，能和酸或碱起复分解反应，能和金属起置换反应等。

在涂装中，有较多的盐类可以用作颜料。如着色颜料中的铅铬黄，俗称铬黄，主要成分为铬酸铅（$PbCrO_4$），是黄色颜料；银朱，主要成分为硫化汞（HgS），是红色颜料；钴蓝，主要成分为铝酸钴（$CoAl_2O_4$），是蓝色颜料；锌钡白，俗称立德粉，为硫化锌和硫酸钡的混合物（30％ZnS，70％$BaSO_4$），是白色颜料；再如防锈颜料中的锌铬黄，主要成分为 $ZnCrO_4$，是铅、铝、镁合金等轻金属表面最好的一种防锈颜料。体质颜料中普遍使用的有重晶石粉（$BaSO_4$）、碳酸钙（$CaCO_3$）、硫酸钙（$2CaSO_4 \cdot H_2O$）等。$2CaSO_4 \cdot H_2O$ 俗称熟石膏，大量用于腻子中，它是由生石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$）加热到 150～170℃，失去大部分结晶水而生成的。反应式如下：

$$2[CaSO_4 \cdot 2H_2O] \xrightarrow{150\sim170℃} 2CaSO_4 \cdot H_2O + 3H_2O$$

熟石膏跟水混合成糊状物后会很快凝固，重新变成生石膏。

2．涂装常用有机材料概述

(1) 有机化合物的基本概念

在 18 世纪以前，由于人类生活所必需的蛋白质、淀粉、糖类、纤维素等各种化合物只能从动植物等有机体中提取，因此当时人类就把这类化合物称为有机化合物。

从 19 世纪 20 年代开始，人们用非生物体内取得的物质先后合成了许多有机化合物，如尿素等，这样就打破了只能从有机体内取得有机化合物的观念。现在，人们不但能合成自然界里已有的许多有机化合物，而且能够合成自然界里原来没有的各种有机化合物，如合成树脂、合成橡胶、合成纤维以及许多药物、染料等。因此，“有机化合物”这个名称早已失去了它在历史上的原意，只因为使用习惯了，故依然沿用着。

有机化合物的共同组成元素是碳，碳原子最外层有 4 个电子，得失电子的倾向大致相同，通常以共价键与其他原子相结合，它不仅可以和氢、氧等原子相结合，而且碳原子间也能通过共价键而形成长的碳链，这就构成了有机物具有区别于无机物的一些特殊性质：

1) 绝大多数有机物受热易分解，且易燃烧，熔点、沸点都较低。

2) 大多数有机物难溶于水，易溶于酒精、汽油等有机溶剂。

3) 大多数有机物是非电解质，不易导电。

4) 有机物之间的反应比较缓慢，而且反应比较复杂，除了一个主要反应外，常常伴随着一些其他的副反应，所以在表示有机物的反应方程式中常用“$\longrightarrow$”代替“$\Longrightarrow$”。

(2) 烃及其衍生物

1) 烃　在有机化合物里，有一大类物质仅由碳和氢两种元素构成，我们把这类有机化合物称为烃，或者叫作碳氢化合物。烃类化合物的种类很多，根据碳原子连接的情况，烃可以分为链烃和环烃两大类。

链烃：该类烃中，碳原子和碳原子接成链状的碳架，两端张开不成环。链烃还可分为烷烃、烯烃和炔烃三类。

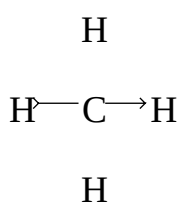
环烃：该类烃中，碳原子和碳原子接成环状的碳架。环烃又可分为脂环烃和芳香烃两类。

①烷烃

a．甲烷　烷烃中最简单的化合物是甲烷，它广泛地存在于自然界中。天然气的主要成分就是甲烷（以体积估计约占 85%～90%）。

甲烷是一种无色、无味、无毒的气体，难溶于水，但能溶于汽油、煤油等有机溶剂中。

甲烷是由 1 个碳原子和 4 个氢原子组成的碳氢化合物，碳原子和 4 个氢原子分别以共价键相结合。它的分子式为 CH_4。结构式如下：



实验证明，甲烷分子中的 4 个键并不在同一平面上，碳原子和氢原子的分布为一个正四面体，其中碳原子位于正四面体的中心，4 个氢原子排布在正四面体的 4 个顶角，键与键之间的夹角为 109°28′。甲烷的正四面体结构如图 1—1 所示。

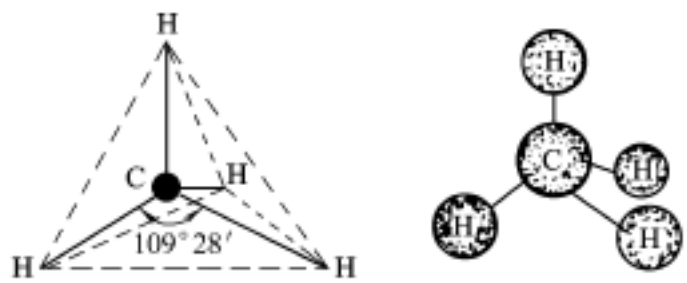


图 1—1　甲烷的立体结构模型

在通常状况下，甲烷是一种很稳定的气体，但在一定条件下，甲烷仍然可以发生很多反应。如甲烷能在空气里安静地燃烧，同时放出大量的热，以甲烷为主要成分的天然气，就是一种应用广泛的气体燃料。其反应式如下：

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2 + 2H_2O + 890.3\ KJ$$

空气里混有5%～14%的甲烷时，遇火会发生爆炸，所以使用甲烷时要注意安全。

甲烷在光的照射下能跟氯气反应，反应的化学方程式可以表示如下：

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} CH_3Cl + HCl$$

一氯甲烷

实际上反应并不停留在这一步，所生成的一氯甲烷能继续与氯气作用，依次生成二氯甲烷、三氯甲烷和四氯甲烷，因此反应的产物是一个混合物。混合物中的各种物质可以根据它们不同的物理性质，把它们一一分离开来。

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} CH_2Cl_2 + HCl$$

二氯甲烷

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} CHCl_3 + HCl$$

三氯甲烷（氯仿）

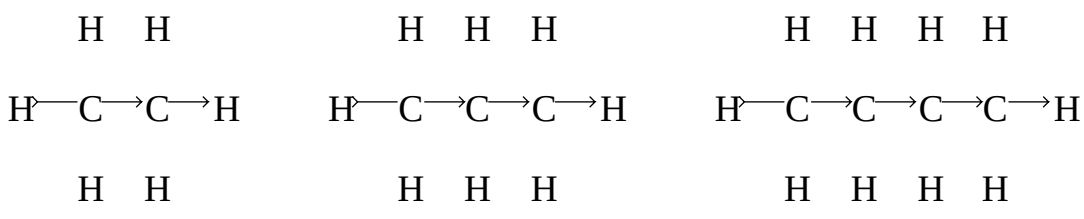
$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} CCl_4 + HCl$$

四氯甲烷（四氯化碳）

有机物分子里的某些原子或原子团，被其他原子或原子团所代替的反应，叫作取代反应。

上述反应式中的各种氯代甲烷都是由甲烷CH_4衍生出来的，所以通称为甲烷的氯的衍生物。

b．烷烃基　除甲烷外，还有一系列结构性质与它很相似的烃，如乙烷（C_2H_6）、丙烷（C_3H_8）、丁烷（C_4H_{10}）等。它们的结构式如下：



乙烷　　丙烷　　丁烷

在乙烷、丙烷、丁烷等烃分子中，碳原子与碳原子之间以链状相连，所以称为链烃，碳原子之间只共用一对电子，用一根“—”短划线表示，这种键称为单键。它们跟甲烷一样，碳的其余价键全部被氢原子所饱和，具有这种结构特点的链烃，称为饱和链烃，又称烷烃。

烷烃的名称根据分子里含碳原子的数目来称呼，碳原子数目从1到10的依次用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸来表示，如C_7H_{16}称为庚烷。碳原子数目在10以上的用数字表示，如$C_{16}H_{34}$称为十六烷。

烷烃的数量极其繁多，它们之间在组成、性质等方面的区别见表1—1。

从表1—1可看出，随着分子中碳原子数目的递增，两个相邻烷烃在组分上只相差1个CH_2原子团。在这些烷烃分子里，如果把碳原子数定为n，则氢原子的数目是$2n+2$，因

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 1—1　　几种烷烃的物理性质

名称	分子式	在常温下状态	熔点（℃）	沸点（℃）	密度（g/ ml）（液态）
甲烷	CH_4	气体	- 182.5	- 161.5	0.424 0
乙烷	C_2H_6	气体	- 183.3	- 88.3	0.546 2
丙烷	C_3H_8	气体	- 189.9	- 42.2	0.582 4
丁烷	C_4H_{10}	气体	- 183.4	- 0.5	0.601 0
戊烷	C_5H_{12}	液体	- 129.7	36.1	0.626 4
己烷	C_6H_{14}	液体	- 95.0	68.7	0.659 4
十七烷	$C_{17}H_{36}$	固体	22.0	303	0.776 7
七十烷	$C_{70}H_{142}$	固体	105	—	—

此，我们可以用一个通式 C_nH_{2n+2} 来表示这些烷烃的组成。从烷烃的分子结构来看，它们都具有饱和碳链的结构，因此，所有烷烃都有跟甲烷相似的化学性质。如在通常情况下，性质比较稳定，但在空气中能燃烧，氯气能和这些烃起取代反应。

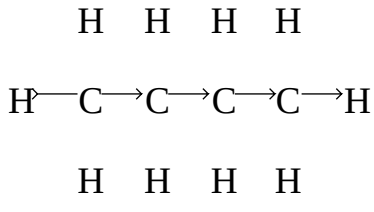
如烷烃这类化学性质相似、分子组成相差 1 个或多个 CH_2 原子团，具有同一通式的一系列化合物称为同系物。

甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等都是同系物，它们都属于烷系（通称烷烃）。

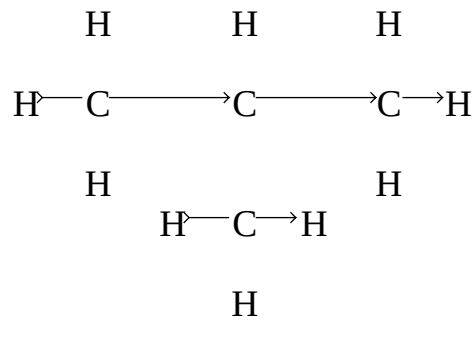
从表 1—1 中还可以看出，烷烃的物理性质随着分子里碳原子数的增加，其熔点、沸点逐渐增高，密度逐渐增大。这个系列里前面 4 个烃，在通常状况下是气体，从 C_5H_{12} 到 $C_{16}H_{34}$ 一般是液体，从 $C_{17}H_{36}$ 开始的烷烃一般都是固体。

烃分子去掉一个（或几个）氢原子后，所剩余的部分叫作烃基。例如，甲烷分子失去一个氢原子后剩下的部分（—CH_3）就是烃基，称甲基。同样，乙烷分子里失去一个氢原子后剩下的部分（—C_2H_5）称乙基。烷烃分子中失去一个氢原子所剩下的部分称烷基，可用 R 表示，这样的基都根据相应的烷来命名。

c．同分异构现象　有许多有机物，具有相同的分子组成，但性质却不同，例如，发现了沸点分别为 - 0.5℃和 - 12℃的烷烃，它们的分子式都是 C_4H_{10}。进一步的研究指出，具有 C_4H_{10} 的丁烷有下列两种不同的结构，一种是碳原子都连接成一条直链的正丁烷，另一种是碳链上带有支链的异丁烷。它们的分子组成相同，而结构不同，表现在性质上也有所不同。我们把这种分子组成相同，而结构和性质不同的一类化合物，称为同分异构体，简称异构体。这种现象叫作同分异构现象。结构式如下：



正丁烷（沸点 - 0.5℃）



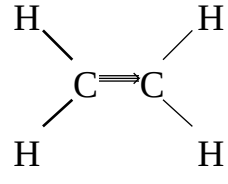
异丁烷（沸点 - 12℃）

在有机化合物中，同分异构现象极为普遍。当分子中的碳原子数目增多时，异构体的数目也随着增多，同分异构现象是造成有机化合物数目繁多的原因之一。

②烯烃和炔烃　具有链状分子结构的烃里，除了饱和链烃以外，还有许多烃，它们分子

里的碳原子所结合的氢原子数少于相应的饱和链烃里的氢原子数，碳原子没有与 4 个一价原子或原子团结合，这些烃类叫作不饱和链烃，不饱和链烃常见的有烯烃和炔烃两种。乙烯是烯烃里最简单的化合物，乙炔是炔烃里最简单的化合物。

乙烯的分子式是 C_2H_4，在乙烯分子里，2 个碳原子共用 2 对电子而形成双键，碳还是 4 价。结构式如下：



结构式可以简写为 $CH_2=CH_2$。

碳碳双键中，有一个键是比较稳定的，而另一个键则不稳定，这个不稳定的键在外界条件的影响下易断裂，发生一系列的反应。因此，乙烯具有较活泼的化学性质。

乙炔的分子式是 C_2H_2，它比乙烯分子又少了 2 个氢原子，2 个碳原子间是以叁键相连，结构式如下：

$$H-C\equiv C-H$$

结构式可以简写为 $CH\equiv CH$。

由于在结构上乙炔比乙烯具有更大的不饱和性，所以化学性质也更为活泼。

乙烯和乙炔都能在空气中燃烧，生成二氧化碳和水，它们与空气的混合物遇火均会发生剧烈的爆炸，因此使用时应特别注意安全。

由于乙烯和乙炔都是不饱和链烃，因此具有一些相似的化学性质，如能发生加成反应、聚合反应等。例如，把乙烯通入溴水，那么溴的红棕色很快就会消失，因为乙烯跟溴反应生成无色的液体——二溴乙烷。反应式如下：

$$CH_2=CH_2 + Br_2 \longrightarrow \underset{\displaystyle Br\quad Br}{CH_2-CH_2}$$

二溴乙烷

不饱和化合物中的不饱和键断裂，分别加上两个或两个以上的原子或原子团的反应，叫作加成反应。

乙炔和乙烯一样，也能使溴水褪色。反应式如下：

$$H-C\equiv C-H + Br_2 \longrightarrow \underset{\displaystyle Br\quad Br}{H-C=C-H}$$

二溴乙烯

$$\underset{\displaystyle Br\quad Br}{H-C=C-H} + Br_2 \longrightarrow \underset{\displaystyle Br\quad Br}{\underset{\displaystyle Br\quad Br}{H-C-C-H}}$$

四溴乙烷

乙烯在一定的条件下，双键会裂开，而自相结合成为长链的大分子。反应式如下：

$$CH_2=CH_2 + CH_2=CH_2 + CH_2=CH_2 + \cdots \longrightarrow$$

$$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\cdots$$

反应的产物叫聚乙烯，是一种高分子化合物，它的分子式可简单地写成 $(C_2H_4)_n$，结构式可简单地写成 $CH_2—CH_2\ _n$。

这种由低分子量化合物结合成高分子量化合物的反应，称为聚合反应。

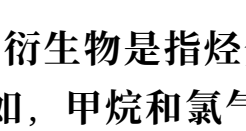
乙炔通过红热的、装有活性炭的管子，能发生聚合反应而得到苯 (C_6H_6)。反应过程如下：

$$3C_2H_2 \xrightarrow[\text{活性炭}]{600℃} C_6H_6$$

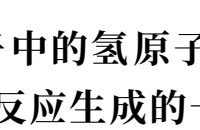
除乙烯外，丙烯、丁烯、戊烯等，分子中也有一个碳碳双键，这种不饱和链烃叫作烯烃，它们都具有相似的化学性质。烯烃的通式是 C_nH_{2n}。

同样，与乙炔相似的其他炔烃，如丙炔、丁炔等，分子中都具有一个碳碳叁键，因此与乙炔也有相似的化学性质。炔烃的通式是 C_nH_{2n-2}。

③环烃——苯　烃类的分子结构除去链状的以外，还有一类是环状结构的，这一类烃总称环烃。在环烃分子里如果碳原子间彼此都以单键相结合，叫作环烷烃。例如：



环丙烷



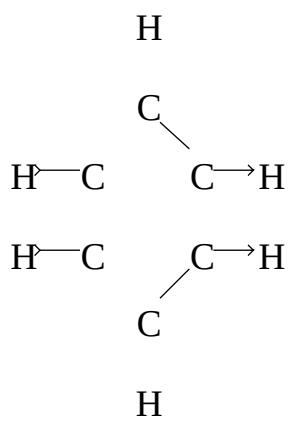
环丁烷

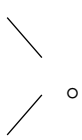
环烷烃里碳原子的化合价都是饱和的，因此它们的性质和饱和链烃（烷烃）相似。

另有一大类环烃，其中有许多物质带有芳香气味，因此叫作芳香烃。苯是芳香烃里最简单、最基本的化合物。

苯是没有颜色、带有特殊气味的液体，比水轻，不溶于水。苯的沸点为 80.1℃，熔点为 5.5℃，它在涂料配方中作为溶剂使用，但由于苯的毒性大，因此尽可能用甲苯、二甲苯或其他溶剂代替。

苯的分子式是 C_6H_6，它具有一种特殊的环状结构，这种特殊结构叫苯环，其结构式为：



上式可简写为 。

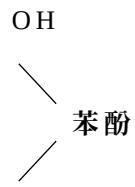
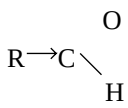
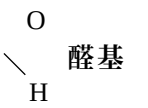
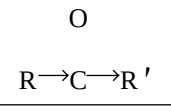
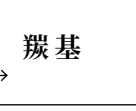
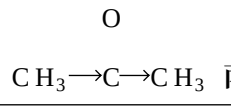
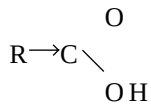
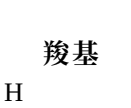
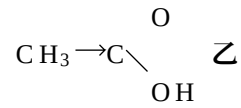
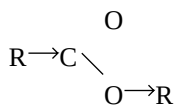
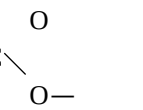
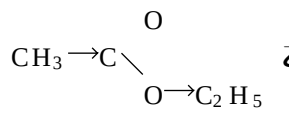
甲苯（C_7H_8）、二甲苯（C_8H_{10}）等化合物分子里都含有一个苯环结构，它们都是苯的同系物，属于芳香烃。

2）烃的重要衍生物　烃的衍生物是指烃分子中的氢原子被其他原子或原子团所取代而形成的一系列有机化合物。例如，甲烷和氯气起反应生成的一氯甲烷、二氯甲烷等，就是烃的卤代物，又如链烃分子里的氢原子被羟基（—OH）所取代的生成物叫作醇。我们熟悉的酒精（乙醇）就可看作是乙烷分子里的一个氢原子被一个羟基取代的生成物。烃的卤代物和

醇类都各自具有一定的特性，这是由于在卤代物和醇的分子中，与烃基相连接的原子或原子团不同的缘故。这种决定着化合物特性的原子或原子团，叫作官能团。

烃的衍生物种类很多，几种重要的烃的衍生物见表 1—2（表中 R 表示烃基）。

表 1—2　　几种重要的烃的衍生物

名　称	通式	结构特征	代表物
卤代物	R—X (X 为卤素)	含 $\rangle$—C—X 键	$CHCl_3$ 氯仿
醇	R—OH	含—OH 羟基	C_2H_5OH 乙醇
酚		羟基直接连在苯环上	 苯酚
醛		含有  醛基	HCHO 甲醛
酮		含  羰基	 丙酮
羧酸		含  羧基	 乙酸
酯		含 	 乙酸乙酯
胺	$R—NH_2$	含$—NH_2$ 氨基	$CH_3—NH_2$ 甲胺

下面分别介绍几类重要的烃的衍生物。

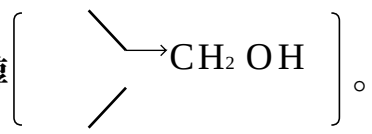
①醇和酚　醇是链烃分子中的氢原子被羟基取代后的生成物。例如，甲醇（CH_3OH）是甲烷（CH_4）分子中的一个氢原子被羟基取代后的生成物；乙醇（CH_3CH_2OH）是乙烷（$CH_3—CH_3$）分子中的一个氢原子被羟基取代后的生成物。醇的通式为 ROH，R 为烃基，—OH 称为羟基，是醇的官能团。

乙醇俗称酒精，是无色易燃的液体，沸点为 78℃，比水轻，能与水及大多数有机溶剂混溶，故广泛用作溶剂，常用来制备酒精清漆（醇清漆）、木材染色剂、洗涤底漆及醇溶性酚醛烘漆。

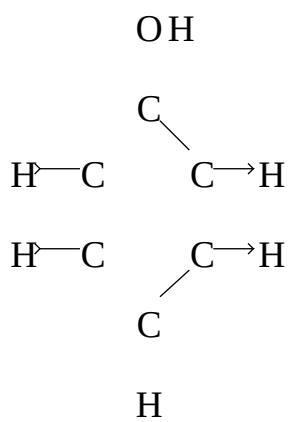
有些醇分子含有多个羟基，含有多个羟基的醇叫作多元醇。如乙二醇$\begin{bmatrix} CH_2OH \\ | \\ CH_2OH \end{bmatrix}$、丙三醇$\begin{bmatrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{bmatrix}$等。

丙三醇俗称甘油，是无色的或略带黄色的黏稠液体，吸湿性强，能以任何比例溶于水。甘油在电镀生产中常用作不合格镍镀层的电解退镀液成分。

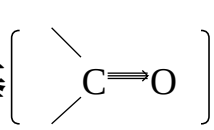
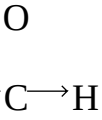
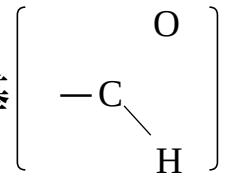
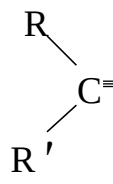
酚是羟基跟苯环直接相连的化合物。

酚和醇的分子中都含有羟基，但在结构上却不相同，酚的羟基直接与芳香环相连，醇的羟基不直接与芳香环相连，例如苯甲醇。

苯酚是最简单的酚，俗称石炭酸。分子式是 C_6H_6O，结构式是：

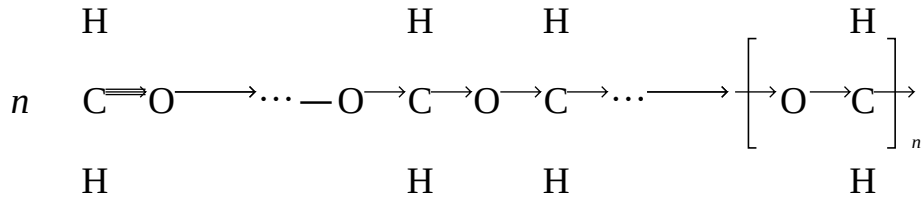


纯净的苯酚是没有颜色的晶体，具有特殊气味。苯酚有毒，浓溶液对皮肤有强烈的腐蚀性。苯酚是一种重要的化工原料，可用来制造酚醛塑料（俗称电木）、合成纤维、药物、染料、农药等。

②醛和酮　醛和酮都是具有羰基的化合物，羰基是一个碳原子和一个氧原子以双键相连而成的一种原子团。羰基与一个烃基及一个氢原子相连的化合物叫作醛，其通式是（甲醛例外），醛分子中含有醛基，醛基是醛的官能团。羰基与两个烃基相连的化合物叫作酮，其通式是，酮分子中的羰基也叫作酮基，是酮的官能团。醛和酮总称为羰基化合物。

醛类中最简单的是甲醛，它是一种无色、具有强烈刺激性气味的气体，37％～40％的甲醛水溶液叫作福尔马林。甲醛大量用于制造酚醛树脂、合成纤维等。

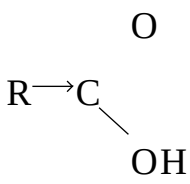
甲醛在一定条件下，能聚合生成分子量较大的聚合物，即聚甲醛，反应方程式为：



聚甲醛是一种工程塑料，具有强度高、耐磨损等优良性能。

丙酮（CH_3COCH_3）是常用的、最简单的酮类。它是无色、易挥发、易燃烧的液体，沸点 56.2℃，可与水、乙醇及乙醚混溶。丙酮溶解力极强，能溶解硝酸纤维、乙烯类树脂、甲基丙烯酸树脂及其他许多聚合树脂。

③羧酸　羧酸是在分子中烃基和羧基直接相连接的有机化合物，也叫有机酸，其通式是

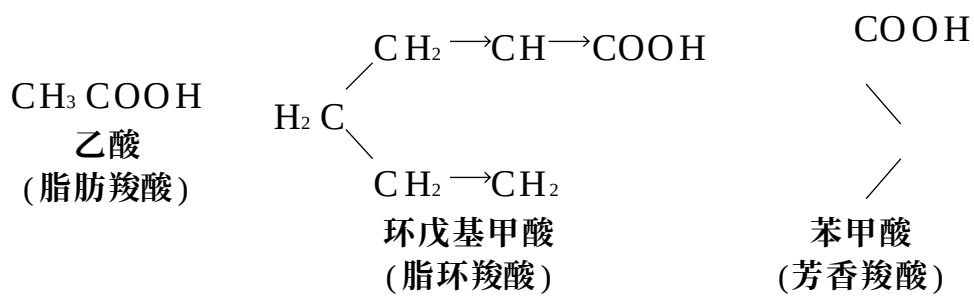


，其中羧基（—COOH）是官能团。羧酸溶解于水能电离出少量 H^+，反应方程式为：

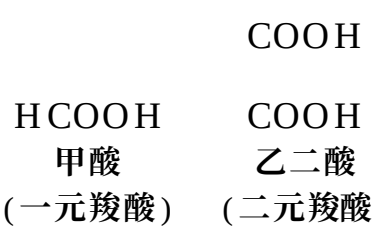
$$RCOOH \rightleftharpoons RCOO^- + H^+$$

羧酸具有弱酸性，能与氢氧化钠等碱作用生成羧酸盐。

根据与羧基相连的烃基的类别，可分为脂肪羧酸、脂环羧酸和芳香羧酸。例如：



根据羧酸分子中含有羧基的数目，可分为一元羧酸、二元羧酸和多元羧酸。例如：



此外，羧酸又可分为饱和羧酸和不饱和羧酸（如乙酸 CH_3COOH 为饱和羧酸，丙烯酸 $CH_2=CHCOOH$ 为不饱和羧酸）。

乙酸是重要的一元羧酸，俗称醋酸。它是人类最早使用的一种酸，可用来调味，食用醋中含乙酸 5%～6%。乙酸是一种具有刺鼻气味的无色液体，能与水互溶。无水醋酸在 16.6℃以下即可凝成冰状固体，因此又常把无水醋酸叫作冰醋酸。乙酸是重要的化工原料之一，可用于生产醋酸纤维、喷漆的溶剂、增塑剂、染料、药物等。

在一元的脂肪羧酸中，烃基中含碳原子比较多的叫作高级脂肪酸。例如，硬脂酸（$C_{17}H_{35}COOH$）、软脂酸（$C_{15}H_{31}COOH$）和油酸（$C_{17}H_{33}COOH$）等都是重要的高级脂肪酸。硬脂酸和软脂酸属于饱和高级脂肪酸，在常温下都呈固态。油酸的烃基中含有一个双键，它属于不饱和高级脂肪酸，在常温下呈液态。

高级脂肪酸分子中含有羧基，具有酸的性质，因此，高级脂肪酸能够与碱溶液反应，生成高级脂肪酸的盐和水。例如，硬脂酸与氢氧化钠反应，生成硬脂酸钠和水。

$$\underset{\text{硬脂酸}}{C_{17}H_{35}COOH} + NaOH \longrightarrow \underset{\text{硬脂酸钠}}{C_{17}H_{35}COONa} + H_2O$$

高级脂肪酸的钠盐就是日常生活中使用的肥皂的主要成分。

④醚　醚是分子中氧原子与 2 个烃基相连的化合物，其通式为 R—O—R′，R、R′是 2 个烃基。例如，乙醚是分子中的氧原子连接 2 个乙基所得的醚，而苯甲醚是分子中的氧原子分别与苯环及甲基相连所得的醚。

大多数醚在常温下为无色液体，有香味。醚的沸点比醇低得多，与分子量相近的烷烃差不多。醚和许多有机化合物能相互溶解，所以醚是重要的有机溶剂，如醚类能溶解硝酸纤维，并能与稀释剂大量混合。乙醚、异丙醚、环氧乙烷、环氧丙烷等都是经常使用的醚。

醚醇类是一种新兴的溶剂，如环氧乙烷与甲醇、乙醇等低级醇作用生成乙二醇甲醚、乙二

需要全本请访问 www.ertongbook.com