

(京) 新登字055号

内 容 提 要

本书为电真空器件企业初级、中级和高级工技术培训的必修教材之一。

本教材系统介绍了电真空器件化学有关的基本知识和操作技能。全书介绍了有机溶剂、有机高分子聚合物、发光材料与荧光粉、吸气剂的制造与选用，同时还介绍了有关结构化学、物理化学和硅酸盐物理化学等方面的基础知识共九章。本书可供有关专业的中专、技工学校和职业学校作为教学用书，也可供企业管理干部及工程技术人员参考用书。

电子工业工人技术等级培训教材

真空电子器件专业教材

真空电子器件化学

梁振海 主编

吴柏诚 主审

责任编辑：陈晓莉

*

北京市海淀区万寿路173信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京市燕山联营印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：11.125 插页：1 字数：299千字

1995年3月第一版 1995年3月北京第一次印刷

印数：2600册 定价：16.00元

ISBN 7-5053-2728-3/G·207

出版说明

为了适应电子科学技术飞速发展,提高电子工业技术工人素质,劳动部与原机械电子工业部于一九九三年二月颁发了《电子工业工人技术等级标准》。根据新标准,电子工业部组织有关省市电子工业主管部门和企事业单位有关人员成立了“电子整机专业”,“家用电子产品维修专业”,“真空电子器件、接插件、继电器、绝缘介质专业”,“半导体器件及集成电路专业”,“计算机专业”,“磁性材料、电池专业”,“电子元件专业”共七个工人技术培训教材编审委员会。制定了19个专业、311个工种的教学计划、教学大纲。并根据计划大纲的要求,制定了1993~1995年培训教材编审出版规划。列入规划的教材78种和相应的教学录像带若干种。

这套教材的编写是按“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的要求,以文化课为专业课服务,专业课为提高工人实际操作和分析决定生产实际问题的能力服务为原则。教材既注重了电子工业技术工人要有一定专业理论知识的要求,又克服了以往工人培训教材片面强调理论的倾向;保证了必要的知识传授,又强调了技能培训和决定生产实际问题能力的培养。

这套教材在认真研究了311个工种的共性基础知识要求的基础上,编写了八种统编教材,供311个工种工人进行基础知识培训时选用;并以19个专业为基础,根据每个专业共性的专业知识、专业技能编写了70种教材供311个工种工人进行专业知识、专业技能培训时使用。

每种教材在反映初、中、高三级技术工人培训的不同要求的基础上,注意了基础知识、专业知识、专业技能培训的系统性。

因此，多数教材是初、中、高三级合在一起的，更好地体现由浅入深、由低及高的教学规律。

在教材编写上，针对工人培训的特点，突出教材的实用性，针对性，力求文字简练、通俗易懂。内容上紧密结合教学大纲要求，在讲授理论知识的同时还注意了对生产工艺和操作技能的要求，使教师易于施教，工人便于理解和操作。知识性强的教材，每章后配有练习题和思考题，以便巩固应掌握的知识。技能性强的教材，配有适当的技能练区课目，以便提高工人操作技能。在有关工艺和设备的教材中，主要介绍了通用性较强的内容和典型产品、设备，对于使用这类教材的工厂企业，由于各自的产品、设备不同可酌情自编相应的补充讲义与教材结合起来进行培训。另外，为适应技术发展、工艺改革、设备更新的需要，这套教材在编写中还注意了新技术、新工艺、新设备及其发展趋势，以拓宽工人的知识面。

参加这套教材编审工作的有北京、天津、上海、江苏、陕西五省市电子工业主管部门和河北、河南、山东、山西、辽宁、江西、四川、广东、湖南、湖北等十个省市的有关单位的专家、教师、技术人员等。在此谨向为此付出艰辛劳动的全体编审人员和各地、各单位支持这项工作的领导表示衷心感谢。

由于电子工业的迅速发展，这套教材的涉及面广、实用性强，加之编写时间仓促，教材中肯定有不妥之处，恳请使用单位提出宝贵意见，以便进一步修订，使之更加完善。

电子工业部

1993年7月

前 言

本教材是按电真空器件化学教学大纲要求编写，目的是为了
提高企业职工素质，希望学员通过本课程的学习，达到对相关工种
所提出的化学方面的知识 with 技能的要求。要求学员能基本掌握在
结构化学、物理化学、硅酸盐物理化学、发光材料等方面的概念
及影响产品制造和质量的有关工艺原理、操作方法、技术检验等
方面的知识。

全书共分九章，第一章介绍了常用有机溶剂的种类及性能和
在电真空器件中的应用。

第二章是有机高分子化合物，着重介绍了高聚物的简单知识，
常用的高分子化合物的名称和用途，结构与性质以及有机高
分子化合物的缩聚和加聚反应所引起的老化因素等。

第三章结构化学、叙述了原子、分子、晶体结构特征和分类
的一般知识。

第四章物理化学，论述了热力学第一定律和第二定律的基本
概念，介绍了相平衡及相图的知识与运用方法以及化学平衡的基
本知识及单相与多相反应平衡的知识等。该章还介绍了胶体化学
与液体表面性质等有关知识。

第五章硅酸盐物理化学，阐述了硅酸盐相平衡图的有关知
识，介绍了晶体化学的基本原理及其在玻璃生产中的应用和形成
玻璃的物质与条件、玻璃的一般性质等知识。

第六章氧化铝粉制造，介绍了氧化铝微粉的制造工艺和在电
真空器件中的应用。

第七章发光材料和荧光物制造、介绍了常见的发光类型和各
类发光材料的基本特性，同时还介绍了常用的荧光粉基本要求、

制备工艺和有关技术参数测试知识。

第八章吸气剂的制造，介绍了各类吸气剂的制造方法和使用范围以及主要技术参数和测试要求等。本章还介绍了教学大纲中有关的真空电子器件用的金属粉末制造中的有关内容。

第九章钾水玻璃，介绍钾水玻璃的制备方法，原料的提纯、使用要求、模数和浓度的测定与计算方法等。

本教材受电子工业部电真空教材编委会委托，由上海真空电子器件公司宣教部副部长何根斗组织编写，由上海显象管玻璃厂梁振海高级讲师负责主编，吴柏诚高级工程师负责主审。

本书的第一、二两章由上海电子管厂王立隽高级讲师负责编写。第三、六两章由上海真空电子器件公司教育培训中心李惠珍讲师编写。上海显象管玻璃厂梁振海高级讲师负责编写了第四章，吴巍讲师编写了第五章，巫义琴工程师负责编写了第九章。南京741厂范士寅高级工程师编写了第七章，况仕聪高级讲师编写了第八章。

为了能及时帮助企业开展职工培训，组织了有关同志集思广益编写了本教材，但限于编者水平，错漏与不足之处、祈望专家与读者不吝赐教。

一九九三年七月十四日于南京

目 录

第一章 有机溶剂	(1)
第一节 烷属烃或饱和烃	(1)
一、烷属烃的命名法	(2)
二、烷属烃的制法	(3)
三、烷属烃的物理和化学性质	(4)
第二节 烯属烃和不饱和烃	(7)
一、烯属烃的命名法	(8)
二、烯属烃的制法	(9)
三、烯属烃的物理和化学性质	(9)
第三节 卤代烃	(12)
一、卤代烃的命名	(12)
二、卤代烃的制法	(13)
三、卤代烃的物理化学性质	(13)
第四节 醇	(15)
一、醇的命名法	(15)
二、醇的制法	(16)
三、甲醇和乙醇	(16)
第五节 醚	(17)
一、醚的命名法	(18)
二、醚的制法	(18)
三、乙醚的物理化学性质	(19)
第六节 酮	(19)
一、酮的命名法	(20)
二、酮的制法	(20)
三、丙酮的物理化学性质	(21)

第七节 羧酸衍生物	(23)
一、羧酸一般衍生物	(23)
二、羧酸酯	(26)
第八节 芳香族硝基化合物	(27)
一、芳香族硝基化合物的制法	(28)
二、芳香族硝基化合物的性质	(30)
三、重要的硝基化合物	(31)
第九节 常用有机溶剂在电真空器件中的应用	(32)
一、有机溶剂的种类及特性	(32)
二、常用有机溶剂在电真空器件中的应用	(37)
习题	(39)
第二章 有机高分子化合物	(41)
第一节 有机高分子化合物的基本概念	(41)
一、高分子化合物的涵义	(41)
二、高分子化合物的命名及分类	(43)
三、高分子化合物的分子量	(45)
第二节 高分子化合物的结构和性质	(47)
一、高分子化合物的结构	(47)
二、高分子化合物的性质	(51)
第三节 有机高分子化合物的合成	(55)
一、加聚反应	(55)
二、缩聚反应	(56)
第四节 高分子化合物的老化	(57)
一、聚合物的交联反应	(57)
二、聚合物的裂解反应	(59)
三、聚合物的老化和防老化	(61)
第五节 电真空常用的高分子化合物	(64)
一、光致抗蚀剂	(64)
二、环氧树脂	(67)
三、离子交换树脂	(71)
四、有机硅高分子化合物	(74)

五、其它高分子化合物简介	(75)
习题	(78)
第三章 结构化学	(81)
第一节 原子结构和元素周期表	(81)
一、原子的组成	(81)
二、核外电子的运动状态	(82)
三、元素周期表	(87)
第二节 化学键和分子结构	(90)
一、化学键	(90)
二、离子键	(91)
三、共价键	(92)
四、极性分子和非极性分子	(95)
五、晶体	(98)
习题	(101)
第四章 物理化学	(103)
第一节 热力学第一定律	(103)
一、热力学基本概念	(104)
二、热力学第一定律	(108)
三、化学反应热效应	(113)
四、几种热效应	(118)
第二节 热力学第二定律	(122)
一、自发过程的方向和限度	(123)
二、热力学第二定律	(125)
第三节 相平衡、化学平衡	(133)
一、相平衡	(133)
二、化学平衡	(145)
第四节 胶体	(152)
一、分散系与胶体	(152)
二、溶胶的性质	(152)
第五节 液体的表面性质	(158)
一、表面能的表面张力	(159)

二、润湿现象	(181)
习题	(183)
第五章 硅酸盐物理化学	(167)
第一节 晶体构造的基本概念	(167)
一、结晶学的基本理论	(167)
二、晶格类型	(168)
三、硅酸盐晶体结构	(172)
第二节 晶体化学基本原理	(174)
一、晶体中键的型式	(174)
二、离子晶体与晶格能	(174)
三、决定离子晶体结构的基本因素	(175)
第三节 晶体化学原理在玻璃生产中的应用	(179)
一、硅氧骨架的结合程度	(179)
二、阳离子的配位状态	(180)
三、离子的极化程度	(180)
四、离子堆积的紧密程度	(181)
第四节 硅酸盐相平衡	(182)
一、单元系统	(182)
二、二元系统	(188)
第五节 玻璃的形成	(199)
一、玻璃的通性和玻璃的转变	(199)
二、形成玻璃的物质和条件	(200)
习题	(205)
第六章 氧化铝粉制造	(206)
第一节 氧化铝粉制造	(206)
一、氧化铝微粉的物理化学性质	(206)
二、氧化铝原料的来源	(207)
三、制造氧化铝微粉的主要设备	(208)
四、氧化铝微粉制造工艺过程	(212)
第二节 氧化铝微粉杂质检验取样方法	(216)
一、粒度分析仪器	(216)

二、杂质检验取样方法	(219)
第三节 氧化铝微粉的用途	(221)
一、氧化铝微粉配制热丝电泳涂料	(222)
二、氧化铝微粉质量对电子管特性影响	(224)
习题	(226)
第七章 发光材料和荧光粉的制造	(227)
第一节 概述	(227)
一、发光现象和发光类型	(227)
二、发光材料的基本特性	(230)
三、发光材料的组成和分类	(235)
四、荧光粉制造的基本要求和主要过程	(240)
第二节 光致发光粉的制备	(246)
一、卤磷酸钙荧光粉	(246)
二、重硅酸钡：铅荧光粉(G10)	(260)
三、钨酸钙：铅荧光粉(G2)	(260)
四、偏硅酸锌：锰荧光粉(G3)	(261)
五、氟锆酸镁：锰荧光粉(G14)	(261)
六、砷酸镁：锰荧光粉(G9)	(262)
七、稀土化合物灯用三基色荧光粉	(262)
第三节 阴极射线发光荧光粉	(264)
一、硫化锌：银荧光粉(Y3)	(264)
二、硫化锌：铜荧光粉(Y14)	(265)
三、硫化锌镉：铜荧光粉(G11)	(265)
四、黑白电视荧光粉	(266)
五、彩色电视用荧光粉	(267)
六、稀土化合物阴极射线发光荧光粉	(269)
第四节 荧光粉在电真空器件中的应用	(271)
一、在荧光灯中的应用	(271)
二、在阴极射线管中的应用	(272)
三、荧光粉的涂覆	(274)
习题	(278)

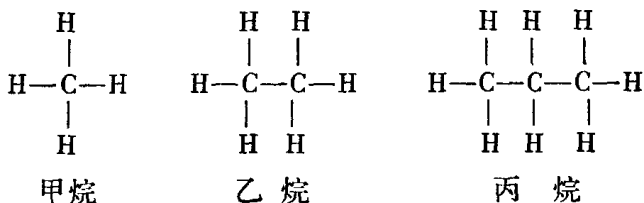
第八章 吸气剂	(279)
第一节 概述	(279)
一、吸气剂的产生和发展	(279)
二、吸气剂必须满足的要求	(283)
三、分类及使用范围	(284)
四、吸气机理	(291)
第二节 吸气剂的主要参量及测试方法	(295)
一、主要参量	(295)
二、吸气剂的测试方法	(298)
第三节 吸气剂的制造	(302)
一、蒸散型钡类吸气剂的制造	(302)
二、非蒸散型锶铝16的制造	(317)
三、释汞吸气剂的制造	(319)
第四节 正确使用吸气剂	(325)
一、保存和安装	(325)
二、蒸散型吸气剂的使用工艺	(326)
三、非蒸散型吸气剂的使用注意事项	(327)
四、释汞吸气剂在荧光灯上使用应注意的几个问题	(328)
习题	(329)
第九章 钾水玻璃	(330)
第一节 钾水玻璃组成和技术要求	(330)
一、组成	(330)
二、技术要求	(330)
第二节 钾水玻璃的制备	(331)
一、原料处理	(331)
二、制备	(335)
第三节 浓度和模数的测定	(336)
一、浓度的计算和测定	(336)
二、模数的计算和测定	(337)
第四节 电解质的作用	(337)
一、分散作用	(338)

第一章 有机溶剂

通常人们把凡含有碳元素的化合物都叫做有机化合物。除碳元素外，还含有氢、氧、氮、卤素、磷、硫等一种或几种元素，就是这些为数不多的元素组成了种类极其繁多的有机化合物。现在已知的有机化合物在500万种以上，远远超过已知的无机化合物。

第一节 烷属烃或饱和烃

仅由碳和氢两种元素组成的化合物统称为烃。烃包括饱和烃和不饱和烃两大类。饱和烃又称为烷烃。烷烃的分子中，碳原子都由单键相互连接，碳的其余化合价全部被氢原子所饱和，所以把这类化合物叫做饱和烃。例如：



上述式子亦为有机化合物的结构式。

最简单的烷烃是甲烷 CH_4 。甲烷分子中除去一个氢原子后剩下的基团，叫做甲基。甲烷分子中任何一个氢原子被甲基所取代，就得到乙烷 C_2H_6 。依此类推，可以得到一系列的饱和碳氢化合物。烷烃分子中每增加一个碳原子，就相应地增加两个氢原子。因此，可用一个 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的式子来表示这一系列化合物的组成，这个式子叫做烷烃的通式，式中 n 代表碳原子数。前后相邻的两个烷烃都是相差 CH_2 ，这个固定的差叫做系差。象这样一类结构

相似,组成上有固定的系差,可用一个通式来表示的许多化合物组成一个系列,就称为同系列。同系列中的每个化合物称为同系物。从通式除去一个氢原子后所得到的一价基团 $C_nH_{2n+1}-$,叫做烷基。常用R来代表。

一、烷属烃的命名法

有机化合物的分子较复杂,而且大都有同分异构物(分子式相同而结构式不同的现象称为同分异构现象。有这样关系的物质,彼此互称为同分异构物)存在。因而必须有一个严密的称学命名方法,以便根据化合物的名称,能够准确地写出它的结构式来;或者根据结构式可以叫出它的名称来。我国根据日内瓦命名法和国际上通用的IUPAC(国际纯粹与应用化学联合会)命名原则,并结合我国文字特点,制定了系统命名法。

(1) 选择一个含碳原子最多的链作为主链,其它的短链(即支链)看作是取代基;主链碳原子数在十个以下的烷属烃,用天干(甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸)来表明。十个以上的,则直接用中国数字十一、十二、十三……等表示。

(2) 主链碳原子的编位从左到右或从右到左都可以,但要从靠支链最近的一端(从左或从右)开始,依次标出用1、2、3……碳原子的位次以确定支链或取代基的位置。

(3) 如果含有相同的取代基,则在基的前面用中国数码二、三、四……表明相同基的数目。

(4) 取代基不同时,简单的在前,复杂的在后。

下面列举几个具体的例子:



甲烷



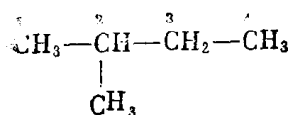
十二烷



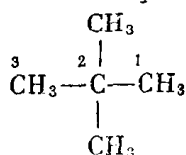
丙烷



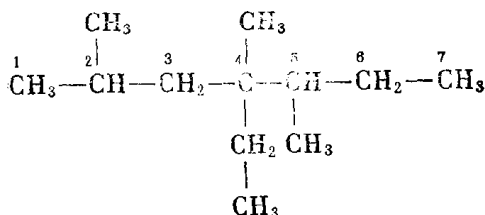
二十四烷



2-甲基丁烷



2,2-二甲基丙烷



2,4,5三甲基-4-乙基庚烷

注意：例中阿拉伯数字2、4、5表明取代基位置，而中国数字二、三则表明相同基的个数。一般阿拉伯数字和取代基之间用一短线“—”隔开，但最后一取代基与某烷之间则不加短线。表明相同取代基的位次的阿拉伯数字间（例中2，2和2，4，5）用逗号“，”隔开。

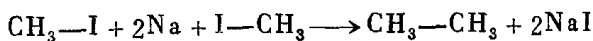
二、烷属烃的制法

烷属烃虽有丰富的天然来源，但都处于混合物的状态。即使经过精制加工，也很难得到纯净的物质。纯净的烷属烃可由合成方法制取。

下面介绍几种常用的方法。

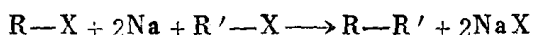
（一）卤烷制取

卤烷是烷属烃的一元卤素衍生物。如氯甲烷（ CH_3-Cl ）、溴乙烷（ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br}$ ）和碘甲烷（ CH_3-I ）等都是卤烷。可用 RX 来表示卤烷（ $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ； R 表示烷基）。把卤烷与金属钠共热，则生成烷属烃和卤化钠。例如：



该法适用于制取烷属烃的一系列同系物。如欲制取丙烷，则

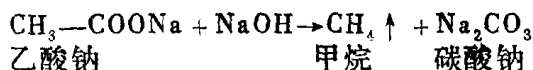
采用碘甲烷与碘乙烷同金属钠作用即得。故此法可用通式表示如下：



式中R与R'依制取烷属烃要求的不同 可使 $R = R'$ 或 $R \neq R'$ ，前者用于制取双数碳原子的烷属烃，而后者用于单数碳原子烷属烃的制取。但是，制取单数碳原子的烷属烃时往往伴有副产物的生成。

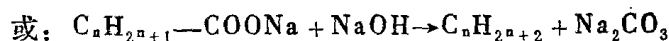
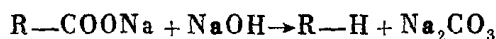
(二) 羧酸盐制取

羧酸盐是有机盐之一。如乙酸钠($CH_3-COONa$)、丙酸钠($C_2H_5-COONa$)都是羧酸钠。此法是将羧酸盐与碱石灰($NaOH$ 与 CaO 的混合物)共热，则生成烷属烃和碳酸钠。共反应如下：



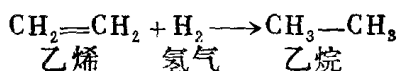
采用碱石灰的目的，在于防止碱($NaOH$)的潮解和对设备(特别是玻璃仪器)的侵蚀。

该法也同样适用于制取其它烷类，如丙烷、丁烷等，只要加入比对应烷属烃多一个碳原子的羧酸盐就可以了。因此，可用下列通式表明这个反应：



(三) 不饱和烃制取

烯烃在催化剂存在下，可与氢加成生成饱和烃。其反应如下：



三、烷属烃的物理和化学性质

(一) 物理性质

在常温下，烃属烃随着碳原子的递增在状态上有如下的变

化。含有一个到四个碳原子的烷属烃是气体，含有五个到十六个碳原子的是液体，含十六个碳原子以上的是固体。烷属烃的沸点是随分子量的增加而升高，十个碳原子以上的烷的沸点升高很有规则，每增加一个碳原子，沸点约升高 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。在碳原子数相同的异构体中，直链烃的沸点较高，支链越多，沸点越低。烷属烃的熔点也是随着碳原子的增加而升高。烷属烃的密度都小于1。烷属烃都不溶于水，而溶于醇、醚、酮等有机溶剂。烷属烃的物理常数参见表1-1。

表 1-1 烷属烃的物理常数

名称	分子式	状态	沸点($^{\circ}\text{C}$)	熔点($^{\circ}\text{C}$)	密度(g/cm^3)
甲 烷	CH_4	气体	-161.4	-182.5	0.4240(沸点时)
乙 烷	C_2H_6	气体	-88.6	-182.7	0.5462(沸沸时)
丙 烷	C_3H_8	气体	-42.6	-187.1	0.5824(沸点时)
丁 烷	C_4H_{10}	气体	-0.5	-138.3	0.5788(加压下)
戊 烷	C_5H_{12}	液体	36.1	-129.7	0.6263
庚 烷	C_7H_{16}	液体	98.4	-90.6	0.6837
辛 烷	C_8H_{18}	液体	125.6	-56.8	0.7023
壬 烷	C_9H_{20}	液体	150.7	-53.7	0.7179
癸 烷	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	液体	174.0	-29.7	0.7299
十七 烷	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	固体	303	22.0	0.7167(熔点时)
十八 烷	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$	固体	317	28.0	0.7768(熔点时)

(二) 化学性质

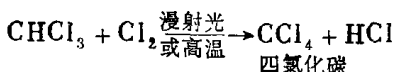
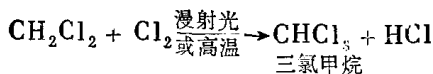
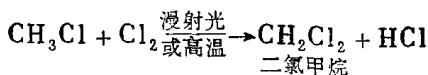
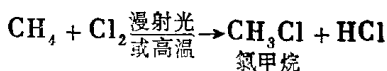
烷属烃的化学性质很不活泼，在常温下与强酸（如浓 H_2SO_4 ）、强碱（如 NaOH ）、强氧化剂（如 KMnO_4 ）等活泼化学试剂都不起反应，但在高温或催化剂存在下，则可发生反应。

1. 氯化反应

烷属烃与氯在黑暗中不起反应，但在日光照射下，则发生剧烈反应，甚至爆炸而生成氯化氢和碳。在漫射光或高温下，烷烃分子中的氢原子可逐个被氯取代，生成氯代烃的混和物。

这种由氯原子取代烷烃中的氢原子的反应称为氯化反应。甲

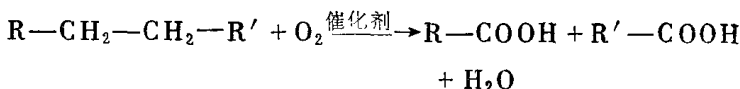
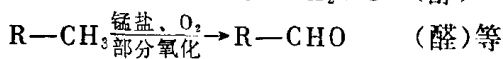
烷的氯化反应如下:



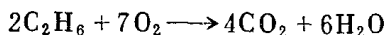
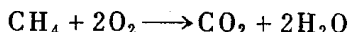
控制适当的光照时间、温度和烷烃与氯的摩尔比,可使其中一种反应成为主反应。

2. 氧化反应

烷烃和氧在常温下不起作用,但在烷烃着火点以下,有催化剂存在时,能与氧发生部分氧化生成醇、醛、酮、酸等含氧有机物。例如石蜡(含17个以上碳原子的固态烃混合物)在锰盐存在下,于120~160℃进行部分氧化,可生成复杂的反应物。



烷烃在高温和足够的空气中燃烧,则完全氧化生成二氧化碳和水,并放出大量的热能。例如:



低级烷烃的蒸气与空气混合,达到一定的比例时,遇到火花就发生爆炸。例如甲烷的爆炸极限是5.3~14%(体积),即空气中甲烷的含量在这个范围之内,遇火就会爆炸,煤矿爆炸事故即由于此。