



“十二五” 高职高专药学类专业规划教材

# 有机化学

YOUJI HUAXUE

主编 冯丽珍



河南科学技术出版社

“十二五” 高职高专药学类专业规划教材

# 有机化学

主编 冯丽珍

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

## 内 容 提 要

本教材以培养药学应用型人才为目的,根据药学类学生对有机化学的需要而编写。全书共分十六章,重点讲授有机化学的概述、按官能团分类的各类有机化合物的结构、命名、化学性质及其应用,还介绍了立体化学知识、有机反应机制与合成综合分析等内容。

### 图书在版编目(CIP)数据

有机化学/冯丽珍主编. —郑州:河南科学技术出版社, 2012. 7

“十二五”高职高专药学类专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 5349 - 5675 - 1

I. 有… II. ①冯… III. ①有机化学 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 100983 号

---

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮编:450002

电话:(0371) 65788613 65788629

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:范广红 赵振华

责任编辑:张晓东

责任校对:李振方

封面设计:张 伟

版式设计:栾亚平

责任印制:张 巍

印 刷:开封智圣印务有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:16.25 字数:410千字

版 次:2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

定 价:30.00元

---

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。

## 丛书编审委员会名单

主任 林忠文  
副主任 郭争鸣 王自勇 马晓健 周小雅  
黄敏琪 陈根强  
委员 (按姓氏笔画排序)  
丁明星 马 英 马卫真 马俊义  
马晓健 王 峰 王文宝 王自勇  
王和平 韦 超 毛理纳 方 虹  
冯务群 冯丽珍 刘永录 刘茵华  
李 菁 李飞雁 李秀丽 李炳诗  
杨雄志 吴长忠 张 媛 陆曙梅  
陈 斌 陈电容 陈洪群 陈根强  
林忠文 罗红梅 罗国海 周小雅  
周煌辉 郑裕红 赵卫峰 侯飞燕  
姚荣林 夏苗芬 郭向群 郭争鸣  
涂 冰 黄敏琪 梁 谷 梁李广  
梁春贤 喻晓雁 程春杰 谢光远  
谢国武

## 《有机化学》编写人员名单

主 编 冯丽珍

副主编 于春霞 崔霖云 邓照西

编 者 (以姓氏笔画为序)

于春霞 孔维雪 邓照西 冯丽珍

陈本豪 崔霖云 傅春燕 廖朝东

# 编写说明

---

2006年教育部颁布的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中提出：高等职业教育应全面提高教学质量，明确培养高素质技能型人才的目标，加大课程建设与改革的力度，以就业为导向，工学结合，增强学生的职业能力。据此，河南科学技术出版社于2006年组织全国10所院校编写了“十一五”高职高专药学类专业规划教材。经过几年的使用，这套教材逐步得到大家的认可，销量逐年上升，特别是《天然药物学》被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

为了适应构建现代职业教育体系和国家进一步深化医药卫生体制改革的需要，及时反映最新版《中华人民共和国药典》的内容，汇集最新教改成果，提高教材质量，突出教材特色，河南科学技术出版社于2011年4月组织全国12个省（区）30所高职高专院校药学类专业、中药专业的教学骨干、领导齐聚郑州，商讨“十二五”高职高专药学类专业、中药专业系列教材的出版事宜。“十一五”期间，各参编院校在提高教学质量、深化教学改革方面均做了大量的工作。如广西卫生职业技术学院与当地医药企业开展校企合作，进行订单培养、合作开发课程、优化人才培养方案等教学改革，学院招生人数与就业率节节攀升，其药学专业得到中央财政支持高等职业学校专业建设项目立项支持。浙江医药高等专科学校大力推进教学改革，中药专业以项目驱动方式组织教学，获得省、市两级重点教材建设项目的支持。我们依托这些优秀的教学资源 and 经验丰富的作者队伍，力争此版教材在前一版的基础上，质量更高、特色更强。

相对于“十一五”高职高专药学类专业规划教材，本次编写的教材具有以下特点：

第一，体现教学改革成果。为了更好地服务于培养医药行业高素质技能型人才的目标，将《基础化学》分成了《有机化学》和《无机化学》。并根据职业岗位群的需要和毕业生的反馈，增加了《中医药基础》、《GMP、GSP、GAP实用技术》和《中医药膳实用技术》等专业特色教材，以拓宽学生的视野，增强其职业能力。

第二，体现工学结合。“十二五”高职高专中药专业项目化规划教材，以项目化教学方式，按照理论实践一体化形式组织内容，边学边实践，以适应中药专业现代化、标准化、规范化的要求。《天然药物化学》教材改为理论实践一体化教材《天然药物化学实用技术》，保留了《天然药物提取分离技术》这本特色教材。药学类专业、中药专业两个系列的教材我们都吸纳了行业一线的专家，要求每门专业课教材至少有一位医药企业的专家参与，结合行业标准制订课程目标与编写大纲，突出对学生职业能力的培养。

第三，体现创新性。为了拓宽学生的知识面，密切课程之间的联系，加强对学生的创新思维、创新能力和自主学习能力的培养，各本教材都有选择地编写了学习要点、知识链接、知识拓展、实例分析、学习小结、思考题等内容，供学生自学。其中，知识链接侧重

纵向知识联系，重在介绍与药学类专业、中药专业相关的知识对接、使用，提高学生的学习兴趣；知识拓展则侧重横向知识联系。

本版教材的编写人员为长期在教学一线工作的教师，有丰富的教学经验和教材编写经验，他们把在长期教学和编写教材中积累的宝贵经验运用到这次编写过程中，并将其发扬光大，使本版教材风格更加突出，特色更加鲜明。

为了确保教材的编写质量，编写人员在浙江、内蒙古、云南、贵州、河南等省（区）召开了编写会、定稿会，这与各个参编院校领导的大力支持是分不开的。为使教材编出特色、提高质量，各位主编、副主编和编委加班加点，几易其稿，付出了大量的心血。河南科学技术出版社的领导对本版教材也极为重视，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，如有纰漏与瑕疵之处，还望广大师生批评指正，以便及时修改。

林忠文

2012年1月

# 前 言

---

化学是研究物质组成、结构及其变化规律的科学，随着人们对物质世界研究的不断深入，化学学科已经有了很多的分支，如无机化学、有机化学、分析化学、高分子化学等，化学不仅与国民经济关系密切，也与医药科学、疾病的诊断与防治、促进人体健康息息相关。

有机化学既是一门基础理论课，又是一门应用技术性很强的学科。随着社会的发展和科学技术的不断进步，有机化学方面的知识在各行业的应用也越来越广。本书是在上一版《基础化学》的基础上，结合药学类学生对有机化学知识的需要编写的。在编写过程中，尽量做到系统性、理论性和实用性融为一体，从培养药学应用型人才的目的出发，注意把握以“必需”和“够用”为原则，加强实际应用，表述深入浅出，简明扼要，突出重点，力求使学生掌握必需的基础理论知识和基本技能技术基础。在编写的过程中，注重突显以下几个特色：（1）改善教学体系，对专业学生必须掌握的有机化学基础理论、基本知识、基本技能进行精选和整合，尽可能结合医学、药学的应用实例，体现有机化学在医药学科学领域中的重要性以及二者的密切联系，以满足专业需要；（2）尽量简化繁琐的计算推导，删除过深的化学理论阐述，使教学内容更符合实际需求，提高教学效率；（3）教材内容以有机化合物的结构为主线，分别介绍各类有机化合物的结构、命名、性质及其应用，力求重点突出、概念准确、语言简练。全书重点讲授有机化学的概述、按官能团分类的各类有机化合物的结构、命名、化学性质及其应用，还介绍了有机化合物的立体化学知识、有机反应机制与合成综合解析等知识。本书共分为十六章，总学时约为108学时。

本书由郑州华信学院冯丽珍担任主编，参加编写的有（按章节顺序排列）：郑州华信学院副教授冯丽珍（第一章、第二章），郑州华信学院讲师邓照西（第三章），遵义医药高等专科学校副教授崔霖云（第四章、第五章），广西卫生职业技术学院讲师陈本豪（第六章、第十二章），邵阳医学高等专科学校讲师傅春燕（第七章、第八章），赤峰学院讲师孔维雪（第九章、第十章），信阳职业技术学院副教授于春霞（第十一章、第十三章、第十四章），广西卫生职业技术学院副教授廖朝东（第十五章、第十六章），全书由冯丽珍统稿。

本书在编写过程中得到了各作者所在学校领导的大力支持与帮助，在此表示衷心的感谢。教材内容汲取了其他优秀教材的精华，对本书所引用文献资料的原作者深表谢意。

鉴于编者的学识及能力所限，书中的不足之处，诚恳希望各位专家、同行和读者批评指正。

编 者

2012年3月

# 目 录

第一章 绪论 .....	(1)	二、烯烃和炔烃的物理性质 ...	(21)
第一节 有机化合物及有机化学 .....	(1)	三、烯烃和炔烃的化学性质 ...	(21)
第二节 有机化合物的特性 .....	(2)	第二节 二烯烃 .....	(25)
第三节 有机化合物的结构 .....	(3)	一、二烯烃的分类和命名 .....	(25)
一、碳原子的四价及其共价键的形成 .....	(3)	二、共轭二烯烃的结构和共轭效应 .....	(26)
二、碳原子之间的结合方式 .....	(3)	三、共轭二烯烃的化学性质 ...	(26)
三、有机化合物结构的表示方法 .....	(4)	第三节 常见不饱和链烃的用途 .....	(27)
第四节 有机化合物的分类 .....	(5)	一、乙烯 .....	(27)
一、按碳架分类 .....	(5)	二、丙烯 .....	(28)
二、按官能团分析 .....	(6)	三、乙炔 .....	(28)
第五节 有机化学在国民经济中的地位 and 作用 .....	(7)	四、共轭二烯烃 .....	(28)
第二章 烷烃和环烷烃 .....	(9)	第四章 卤代烃 .....	(30)
第一节 烷烃 .....	(9)	第一节 卤代烃的分类和命名 ...	(30)
一、烷烃的结构及表示方法 .....	(9)	一、卤代烃的分类 .....	(30)
二、烷烃的通式和同分异构体 .....	(10)	二、卤代烃的命名 .....	(31)
三、烷烃的命名 .....	(11)	第二节 卤代烃的性质 .....	(32)
第二节 环烷烃 .....	(13)	一、物理性质 .....	(32)
一、环烷烃的分类和命名 .....	(13)	二、化学性质 .....	(33)
二、环烷烃的物理性质 .....	(14)	第三节 亲核取代反应 .....	(36)
三、环烷烃的化学性质 .....	(14)	一、亲核取代反应机制 .....	(36)
四、环烷烃的相对稳定性 .....	(15)	二、影响亲核取代反应的因素 .....	(38)
五、环烷烃的结构和构象分析 .....	(16)	第四节 消除反应与取代反应 ...	(39)
第三章 烯烃、炔烃和二烯烃 .....	(18)	一、消除反应的机制 .....	(39)
第一节 烯烃和炔烃 .....	(18)	二、影响消除反应的因素 .....	(40)
一、烯烃和炔烃的结构 .....	(18)	三、取代反应和消除反应竞争趋向 .....	(41)
二、烯烃和炔烃的物理性质 ...	(21)	第五节 双键对卤素活性的影响 .....	(42)
三、烯烃和炔烃的化学性质 ...	(21)		

一、乙烯型卤代烃和卤代苯 … (42)	三、酚的制备 …………… (74)
二、烯丙型卤代烯烃和 苄基卤 …………… (42)	第三节 醚 …………… (74)
三、隔离型卤代烯烃 …………… (42)	一、醚的结构与命名 …………… (74)
第六节 卤代烃的制备 …………… (43)	二、醚的物理性质 …………… (75)
<b>第五章 芳香烃</b> …………… (46)	三、醚的化学性质 …………… (75)
第一节 芳香烃的分类和命名 … (46)	四、环氧化合物 …………… (76)
一、芳香烃的分类 …………… (46)	五、醚的制备 …………… (76)
二、芳香烃的命名 …………… (47)	<b>第七章 醛和酮</b> …………… (78)
第二节 苯的结构 …………… (48)	第一节 醛、酮的结构、分类与 命名 …………… (78)
一、苯的凯库勒式 …………… (48)	一、醛、酮的结构 …………… (78)
二、芳香六隅体 …………… (49)	二、醛、酮的分类 …………… (79)
三、苯及其同系物的物理 性质 …………… (50)	三、醛、酮的命名 …………… (80)
第三节 苯的化学性质 …………… (51)	第二节 醛、酮的物理性质及波谱 性质 …………… (81)
一、苯环上的亲电取代反应 … (51)	一、物理性质 …………… (81)
二、加成反应 …………… (54)	二、波谱性质 …………… (82)
三、苯的氧化反应 …………… (54)	第三节 醛、酮的化学性质 …… (82)
四、烷基苯的反应 …………… (55)	一、羰基的亲核加成反应 …… (82)
第四节 芳环上亲电取代反应的定 位规则 …………… (56)	二、羰基 $\alpha$ -H 的反应 …… (87)
一、取代基定位效应 …………… (56)	三、羰基的氧化反应 …………… (89)
二、定位规则及活性的理论 解释 …………… (56)	四、羰基的还原反应 …… (90)
三、取代定位规则的应用 …… (60)	五、其他反应 …………… (92)
第五节 稠环芳烃 …………… (61)	第四节 $\alpha$ , $\beta$ -不饱和醛、 酮 …………… (93)
一、萘 …………… (61)	一、结构 …………… (94)
二、蒽和菲 …………… (64)	二、化学性质 …………… (94)
三、其他稠环芳烃 …………… (65)	第五节 醛、酮的制备 …………… (96)
第六节 富勒烯 …………… (66)	一、由炔烃水合法制备 …… (96)
<b>第六章 醇、酚、醚</b> …………… (69)	二、由烯烃制备 …………… (96)
第一节 醇 …………… (69)	三、由醇氧化或脱氢 …… (97)
一、醇的分类、命名和结构 … (69)	四、傅瑞德尔-克拉夫茨 酰基化反应 …………… (97)
二、醇的物理性质和 化学性质 …………… (70)	五、酰氯与金属有机试剂 作用 …………… (97)
三、醇的制备 …………… (72)	第六节 有机合成设计 …………… (97)
第二节 酚 …………… (73)	第七节 重要的醛、酮 …… (99)
一、酚的命名和物理性质 …… (73)	一、甲醛 (HCHO) …………… (99)
二、酚的化学性质 …………… (73)	二、乙醛 (CH <sub>3</sub> CHO) …… (99)



三、还原反应 .....	(163)	四、蛋白质的结构 .....	(193)
<b>第十二章 杂环化合物</b> .....	(164)	五、蛋白质的性质 .....	(196)
<b>第一节 杂环化合物的分类和命名</b> .....	(164)	六、蛋白质的分离与纯化 .....	(198)
一、杂环化合物的分类 .....	(164)	<b>第二节 核酸</b> .....	(199)
二、杂环化合物的命名 .....	(165)	一、核酸的分类与组成 .....	(199)
<b>第二节 五元杂环化合物</b> .....	(166)	二、核酸的结构 .....	(201)
一、含一个杂原子 .....	(166)	三、核酸的性质 .....	(202)
二、含两个杂原子 .....	(167)	四、核酸的分离与纯化 .....	(203)
<b>第三节 六元杂环化合物</b> .....	(167)	五、核酸的生物功能 .....	(203)
一、含一个杂原子 .....	(167)	<b>第十五章 有机反应机制与合成</b>	
二、含两个杂原子 .....	(168)	<b>综合解析</b> .....	(206)
<b>第四节 稠杂环化合物</b> .....	(169)	<b>第一节 有机反应机制综合解析</b> .....	(206)
<b>第十三章 碳水化合物</b> .....	(172)	一、有机反应机制 .....	(206)
<b>第一节 单糖的结构</b> .....	(173)	二、例题解析 .....	(209)
一、单糖的开链式结构 .....	(173)	<b>第二节 有机合成综合解析</b> .....	(212)
二、半糖的环状结构及其表示方法 .....	(174)	一、有机合成的方法 .....	(212)
<b>第二节 单糖的反应</b> .....	(176)	二、例题解析 .....	(216)
一、差向异构化 .....	(177)	<b>第十六章 周环反应</b> .....	(220)
二、氧化反应 .....	(177)	<b>第一节 电环化反应</b> .....	(220)
三、成脎反应 .....	(179)	<b>第二节 前线轨道理论</b> .....	(221)
四、成酯反应 .....	(179)	一、前线轨道理论简述 .....	(221)
五、成苷反应 .....	(180)	二、电环化反应的理论解释 .....	(221)
六、颜色反应 .....	(180)	<b>第三节 环加成反应</b> .....	(224)
<b>第四节 双糖和多糖</b> .....	(181)	一、[4+2] 环加成 .....	(225)
一、双糖 .....	(181)	二、[2+2] 环加成 .....	(226)
二、多糖 .....	(182)	<b>第四节 <math>\sigma</math> 迁移反应</b> .....	(227)
<b>第十四章 蛋白质与核酸</b> .....	(188)	一、氢的 [1, j] 迁移 .....	(227)
<b>第一节 蛋白质</b> .....	(188)	二、碳的 [1, j] 迁移 .....	(229)
一、蛋白质分子的组成 .....	(188)	三、[3, 3] $\sigma$ 迁移 .....	(230)
二、氨基酸的性质 .....	(191)	<b>参考答案</b> .....	(232)
三、肽 .....	(192)	<b>参考文献</b> .....	(248)

# 第一章 绪 论

## 学习要点

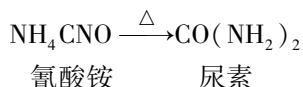
---

1. 掌握有机化合物的含义、有机化学及其发展简史、有机化学的重要性。
2. 熟悉并掌握有机化合物的结构与特性。
3. 了解研究有机化合物的一般方法。
4. 了解有机化合物的分类：按碳架分类、按官能团分类。

## 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、变化规律及其应用的科学。物质的种类繁多，就其组成和性质可分为无机化合物和有机化合物两大类。无机化学以无机化合物（简称无机物）为其研究对象，有机化学则是研究有机化合物（简称有机物）的科学。有机物大量存在于自然界，并与人们的生活密切相关，如粮食、油脂、纤维、石油、橡胶、糖、药品等。

早在两千多年以前，人们就能够利用和加工自然界的一些有机物，例如我国古代就有关于酿酒、制醋、制糖及造纸等的记载。19 世纪初期，近代化学的发展使人们在生产实践中认识到，从有生命的动植物中取得的有机物，与由无生命的矿物界得到的无机物在组成和性质上有着很大的不同，但由于当时人们对生命现象的本质缺乏科学认识，因而赋予有机物一种神秘的色彩。当时享有盛名的瑞典化学家柏采利乌斯（Berzelius）提出的“生命力”论，就认为有机物只能依靠“生命力”在生物体内才能制造，绝不可能在实验室中用化学方法从无机物中制得。“有机物”这个名词也就是由此而来的，意思是指“有生机之物”。按照“生命力”观点，有机物的人工合成是不可能成功的。但是在此观点提出 22 年后，柏采利乌斯的学生，德国化学家维勒（Wöhler）于 1828 年在实验室从蒸馏无机物氰酸铵溶液中制备出了有机物——尿素。



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”论的基础，开辟了有机合成化学的新领域。继维勒之后，一系列新的人工有机合成实验不断取得

成功,如德国化学家柯尔柏(Kolber)于1840年合成了乙酸,法国化学家柏赛罗(Berthelot)于1850年又合成了油脂,等等。这些科学事实说明人工合成有机物是完全可能的,“生命力”论被彻底否定了。

今天,人们已经能够用人工的方法由无机物或简单的有机物合成塑料、橡胶、纤维等许许多多有机化工产品,现在绝大多数有机物都不是从天然的有机体内取得的,但由于历史和习惯的原因,还保留着“有机”这个称呼。

通过元素分析法,人们发现有机物在组成上都含有碳元素,可以说有机化合物就是含碳元素的化合物。通过对有机物的结构分析又进一步发现,绝大多数有机物总是含有碳、氢两种元素,许多有机物分子中还常含有氧、氮、硫或卤素等其他元素,所以也常把有机化学定义为研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

对于一些简单的含碳化合物,如一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐以及金属氰化物等,由于它们的性质和无机物相似,通常作为无机化合物来研究。由此可以看出,有机化合物和无机化合物之间并没有绝对的界限。但是有机化合物的数目庞大,远远超过无机化合物的数量,有机化合物有其本身的特性和研究方法,因此有机化学自然地成为一门独立的基础学科,有机化学主要是研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、用途和有关理论的一门学科。

## 第二节 有机化合物的特性

有机化合物与无机化合物比较有以下特点:

1. 有机化合物种类繁多 有机化合物所含元素种类并不多,但其数目庞大。目前已知的有机化合物的数量已达700万种以上,而无机化合物约为5万种。

2. 有机化合物容易燃烧 绝大多数有机化合物都可以燃烧。如乙醇、汽油、木材等。大多数无机化合物不能燃烧,个别能燃烧的也不能燃尽。

3. 有机化合物的熔点较低 有机化合物在室温下常为气体、液体和低熔点的固体(在熔点 $400^{\circ}\text{C}$ 以下),而无机化合物的熔点则比较高,例如氯化钠的熔点为 $801^{\circ}\text{C}$ 。

有机化合物与无机化合物二者熔点之所以显著不同,是因为大多数无机化合物是离子晶体,而有机物形成的是分子晶体。由于有机化合物熔点较低,容易测定,多数纯有机化合物都有一定的熔点,因而在鉴别有机化合物时,熔点是一个非常重要的物理常数。

4. 有机化合物一般难溶于水,易溶于有机溶剂 有机化合物大多难溶于水,易溶于有机溶剂;无机化合物则多数易溶于水,难溶于有机溶剂。

应当指出,有机化合物中也有少数(如乙醇、蔗糖等)因分子中含有极性比较强的基团,所以在水中也有比较大的溶解度。

5. 有机化合物的反应速度慢 无机化合物的反应往往是离子反应,反应速度快。有机化合物是以共价键结合的分子,反应缓慢,需要几小时、几十小时甚至更长的时间才能完成。如乙酸与乙醇在常温下需要一个漫长的时间才能完成反应,若加催化剂时,则几小时即可完成。为了加快有机化学反应,常常采用加热、加催化剂或用光照射等手段来缩短反应时间。

6. 有机化合物反应复杂, 常伴有副反应 有机化合物在发生化学反应时, 不只限于分子中某个原子或原子团上, 分子中各个部分都可受到影响而发生反应, 所以在发生主要反应的同时, 还常伴随着一些副反应。反应的产物常常是混合物。由于副产物较多, 使反应收率较低。为了提高主要反应的收率, 应严格控制适宜的反应条件, 如温度、压力或者加催化剂等。

由于有机化合物反应产物的复杂, 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。

必须指出, 有机化合物的这些特点, 同无机化合物相比, 仅是相对的, 并不是绝对的, 例如大多数有机化合物易燃烧, 但四氯化碳不但不能燃烧, 相反地它还可作为灭火剂; 2, 4, 6-三硝基甲苯 (TNT) 反应可在瞬间完成, 是一种烈性炸药。

### 第三节 有机化合物的结构

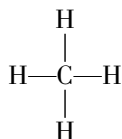
有机化合物的性质, 取决于有机化合物的结构。有机化合物是含碳元素的化合物, 因此在学习有机化合物时, 需要认识碳原子的结构特点及其价电子在有机化合物分子中的成键状态。

#### 一、碳原子的四价及其共价键的形成

碳元素位于元素周期表的第二周期第IV主族。核外电子排布为  $1s^2 2s^2 2p^2$ 。碳原子在周期表中的特殊位置, 决定了它的原子既不容易得到电子, 也不容易失去电子, 因此不易形成离子键。当碳原子与其他原子结合时, 一般是通过共用电子对方式形成共价键。最简单的有机化合物甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 分子是由一个碳原子和四个氢原子以共价键的方式结合而成。这种结合使碳原子达到最外层八电子的稳定结构, 氢原子也达到两个电子的稳定结构。可用电子式表示为

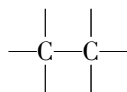


两个原子之间共用一对电子形成的共价键, 通常用短的横线“—”表示, 有几个共价键就用几条短横线表示。因此, 甲烷也可用下式表示

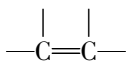


#### 二、碳原子之间的结合方式

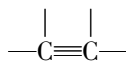
碳原子彼此之间也可以结合, 而且结合方式很多, 碳原子之间可以共价键相互连接成链状; 也可以连接成环状; 还可以用一对、两对或三对电子结合, 分别形成单键、双键或三键。



单键



双键



三键

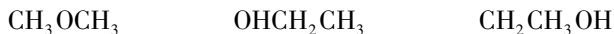
### 三、有机化合物结构的表示方法

由于有机化学中同分异构现象普遍存在，因此，我们用分子式不能准确表示某一种有机化合物，必须用结构式或结构简式来表示。例如：

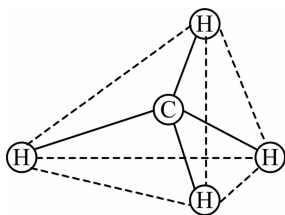
化合物	甲烷	乙醇	二甲醚
分子式	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O
结构式	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{O}- & \text{C}-\text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$
结构简式	CH <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub>

分子式仅能表示分子中原子在数量上的关系，而结构式不仅表示了有机化合物分子中原子的种类和数目，而且还表示了原子之间的连接顺序和方式。结构简式是介于结构式和分子式之间的一种式子，它既能基本上表示出分子内原子的排列情况，又能很容易地看出原子的个数，有机化合物常用结构简式表示。

写结构简式时，必须注意各原子的排列顺序和结合方式，否则，常常会出现一些错误的写法，如将乙醇（CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH）错写成



为了解释有机化合物的对映异构现象，1874年范特荷甫（Jacobus Hendricus van 't Hoff）提出了碳原子的四面体概念。例如甲烷分子是一个正四面体，碳原子位于正四面体的中心，它的四个价键从中心指向正四面体的四个顶点，并和氢原子连接，键角为109.5°（图1-1）。



1-1 甲烷的正四面体模型

因此研究有机化合物分子，不仅要研究分子中原子的连接方式和顺序，而且还要研究分子的立体形象，通常将分子中原子间相互连接的方式和顺序称为构造或结构。

## 第四节 有机化合物的分类

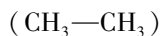
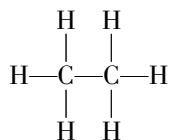
有机化合物的数目非常庞大。为了研究方便，对有机化合物进行科学的分类是必要的。一般有两种分类方法，一种是按碳架分类，另一种是按官能团分类。

### 一、按碳架分类

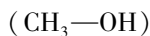
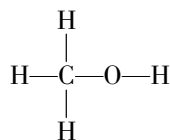
按照碳骨架的不同，通常把有机化合物分为四大类。

1. 开链化合物（脂肪族化合物） 这类化合物的共同特点是，它们的分子链都是张开的，故称开链化合物。又由于这类化合物最初是从动植物油脂中发现的，因此又叫作脂肪族化合物。

例如：

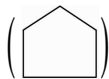
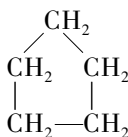


乙烷

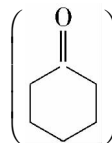
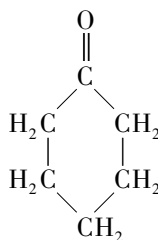


甲醇

2. 脂环族化合物 这类化合物的共同特点是，碳原子和碳原子连接成环状的碳架，可以看成是开链化合物的两端连接在一起而成的。它们的碳架虽是环状，但性质却和脂肪族化合物相似，因此叫作脂环（族）化合物。例如：

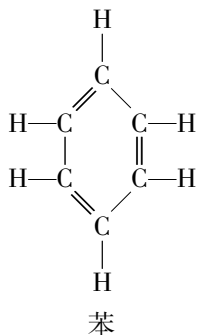


环戊烷



环己酮

3. 芳香族化合物 这类化合物的分子中，一般都含有苯环结构。例如：



简写为



苯