



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部高职高专规划教材

有机化学

第二版

● 初玉霞 主编



化学工业出版社

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是按照化学、化工及相关专业基础化学教学的基本要求,在原第一版教材教学实践和广泛征集使用学校意见的基础上修订而成的。全书共有十六章,主要内容有烷烃、不饱和烃、脂环烃、芳烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛与酮、羧酸及其衍生物、含氮化合物、杂环化合物、碳水化合物、对映异构、氨基酸、蛋白质、核酸以及高分子化合物简介等。本书根据高等职业的教育目标和要求,突出了内容的实用性、适用性和可操作性。此外,各章设有学习指南、思考与练习、本章要点及习题,帮助读者复习、总结和巩固提高。为拓展学习者的知识面,作者在每章后还安排有涉及有机化学前沿领域的新知识、新进展等的阅读材料。本教材内容丰富,信息量较多,语言简练,通俗易懂。书中采用了现行国家标准规定的术语、符号和单位,化合物的命名依据 IUPAC 及中国化学会提出的命名原则,体现了科学性和先进性。

本书既可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院化学、化工、纺织、制药、分析检验等专业的教学用书,也可用作五年制高职相关专业教材,还可供从事化学、化工及相关技术专业的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/初玉霞主编. —2版. —北京:化学工业出版社,

2006.11

普通高等教育“十一五”国家级规划教材.

教育部高职高专规划教材

ISBN 978-7-5025-9721-4

I. 有… II. 初… III. 有机化学-高等学校:技术学院-教材 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 144419 号

责任编辑:陈有华

文字编辑:旷英姿

责任校对:李林

装帧设计:郑小红

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张18½ 字数456千字 2007年1月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:30.00 元

版权所有 违者必究

前 言

《有机化学》第一版作为教育部高职高专规划教材，自出版至今已重印多次，受到广大使用者的欢迎和好评。该教材编写于2001年，当时主要面对高职五年制学生，适用面相对狭窄。目前，全国各高职院校的生源结构发生了较大变化，高中毕业后的二年、三年制学生已成为高职高专院校教学对象的主体。与此同时也急需与短学制相适应的新教材。于是编者在第一版的基础上重新修订了这本《有机化学》，并被批准为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。作为高职高专院校或本科院校举办的职业技术学院化学、化工、纺织、制药、分析检验等专业教学用书，也可用作五年制高职、成人教育化工类及相关专业的教材，还可供从事化工技术专业的工作人员参考。

第二版《有机化学》在保留了原教材的精华与特色的基础上，拓宽了教材的适用范围，针对高职高专二年、三年制的教学特点，精简了教学内容，适当扩展了知识面，更加注重实用性和指导性。

修订后的教材从教学实际出发，对各章节的教学内容进行了重新整合，使之更加方便教师备课和进行课堂教学；将有关物质结构（主要是成键轨道理论）、反应历程等方面的描述进行了适当删减；对化合物的分类、命名以及制备方法等内容进一步加以提炼；重新精选了思考题、练习题和章后习题，并对各类型习题的解题思路 and 具体方法加以适当地引导或提示，更加有利于指导学生学习。教材中还编写了一定数量的选学内容（以*标记），以便各校根据实际需要灵活取舍，使教学安排富有弹性。

参加本版教材编写工作的有吉林工业职业技术学院初玉霞、韩丽艳、梁克瑞。全书由初玉霞统一修改定稿。河北化工医药职业技术学院刘军担任本书主审，对书稿提出了宝贵的修改意见，在此表示真诚的感谢。

限于编者的水平，书中不足之处在所难免，敬请同行与读者批评指正。

编 者
2006 年 11 月

第一版前言

本书是依据教育部颁发的高职五年制化工工艺类专业有机化学教学基本要求编写的，作为高职五年制化工类专业教学用书，也可供其他专业人员学习或参考。

进入 21 世纪，科学技术不断进步和社会经济的快速增长，推动了高等职业教育的蓬勃发展，同时也呼唤与之相适应的、能体现高职应用特色和能力本位的各类教材。本书即是以高等职业教育化工类专业对有机化学知识、能力和素质的要求为指导思想，按照官能团体系对化合物分类，采用脂肪族和芳香族混合编写而成。在精选了教学内容的基础上，力求突出以下特点。

1. 知识面较宽，内容有新意。书中涉及有机化学的基本知识及其相关的生产、生活常识。如简要介绍薄荷、樟脑、维生素、胆固醇以及致癌芳烃等的结构与性能，旨在拓宽学生的知识视野，强化知识能力的培养。教材中摒弃了已经或正在逐步被淘汰的旧工艺、旧方法，而侧重介绍符合环保要求的绿色化工新工艺、新技术及新型催化剂等。全书采用现行国家标准规定的术语、符号和单位，充分体现了 21 世纪新教材的科学性和先进性。

2. 突出实用性，内容有增减。教材中适当淡化和删减了理论性偏深或实用性不强的内容，降低了起点和难度，以利于高职学生对知识的理解和掌握。强化了与后续专业课程的衔接以及与生产、生活实际联系较为密切的内容，突出了重要化学反应及反应产物的应用性能。例如，删去了与后续课程联系不大、应用性不强的烷烃和环烷烃的构象、定位规律的理论解释及衍生物命名法等内容；对反应机理做了淡化处理，只简要介绍较为典型的烷烃卤代、烯烃加成和芳环取代等反应历程，并用小字排版，不做教学要求；而对于现代化工生产或实验室中广为应用的化学反应及反应产物，则加重笔墨予以描述，并将传统的节级标题“化学性质”改为“化学反应及应用”，目的在于只讨论常用的化学反应，对实用意义不大的反应（如烯烃的臭氧化反应等）予以回避。体现了高职教材“实用为主，够用为度，应用为本”的特色。

3. 条理性较强，便于教与学。教材在内容编排上符合教学规律，尽力做到层次分明，条理清晰，既便于教师组织教学，也便于学生阅读复习。每章均编有“学习指南”、“思考与练习”和“本章小结”或“本节小结”，以利于教师和学生知识点的把握，从而有效地提高学习质量。

此外，教材中还编写了一定数量的选学内容（以 * 标记），如萜、甾类、对映异构、碳水化合物、氨基酸、蛋白质和核酸等。以便各校根据实际需要灵活取舍，使教学安排富有弹性。

4. 信息量较多，具有可读性。教材中大部分章（节）后选编了与正文内容密切相关的阅读资料，介绍有机化学在新型材料、能源、资源、环境保护以及生命与健康等方面的最新进展，或简要介绍在有机化学学科领域做出了突出贡献的科学家。以帮助学生了解有机化学的前沿知识和信息，适应知识经济时代科技飞速发展的需要，激励学生学习科学、热爱科学的志向，培养他们用科学知识服务社会、造福人类的良好品德。

参加本书编写工作的有吉林工业职业技术学院初玉霞（第一至第七、第九、第十七章）、韩丽艳（第八、第十三、第十五、第十六章），河北化工医药职业技术学院（筹）刘军（第十至第十二、第十四章）。全书由初玉霞统一修改定稿。

南京化工职业技术学院的王纪丽担任本书的主审，对书稿提出了许多宝贵的意见。参加审稿的还有天津职业大学的张法庆、辽宁石化职业技术学院的李振华。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不足之处，恳请同行与读者批评指正。

编 者
2001 年 11 月

目 录

第一章 绪论	1	革命	28
第一节 有机化合物和有机化学	1	本章要点	29
一、有机化合物的含义	1	习题	30
二、有机化合物的天然来源	2	第三章 烯烃和二烯烃	32
三、有机化学和有机化学工业	3	第一节 烯烃的结构、异构和命名	32
第二节 有机化合物的结构和特性	4	一、烯烃的结构	32
一、有机化合物的结构	4	二、烯烃的同分异构现象	34
二、有机化合物的特性	5	三、烯烃的命名	35
三、共价键的断裂和有机反应类型	6	思考与练习	37
第三节 有机化合物的分类	7	第二节 烯烃的性质	38
一、按碳骨架分类	7	一、烯烃的物理性质	38
二、按官能团分类	8	二、烯烃的化学性质	39
第四节 有机化学的学习方法	8	思考与练习	45
一、明确学习目的	8	第三节 二烯烃	46
二、培养学习兴趣	9	一、二烯烃的分类和命名	46
三、掌握学习方法	9	二、共轭二烯烃的结构和共轭效应	47
四、提高学习效率	9	三、共轭二烯烃的性质	48
阅读资料一 碳循环	9	思考与练习	49
阅读资料二 天上人间碳六十	10	第四节 重要的烯烃及其制法	50
本章要点	12	一、重要的单烯烃及其制法	50
习题	12	二、重要的二烯烃及其制法	51
第二章 烷烃	14	阅读资料 烯烃定向聚合催化剂的发明	
第一节 烷烃的结构、异构和命名	14	人——齐格勒和纳塔	52
一、烷烃的结构	14	本章要点	52
二、烷烃的通式和同系列	16	习题	54
三、烷烃的同分异构现象	17	第四章 炔烃	56
四、烷烃的命名	18	第一节 炔烃的结构、异构和命名	56
思考与练习	21	一、炔烃的结构	56
第二节 烷烃的性质	22	二、炔烃的异构	57
一、烷烃的物理性质	22	三、炔烃的命名	57
二、烷烃的化学性质	24	思考与练习	57
思考与练习	27	第二节 炔烃的性质	58
第三节 烷烃的来源、制法和用途	28	一、炔烃的物理性质	58
一、烷烃的来源和制法	28	二、炔烃的化学性质	59
二、烷烃的用途	28	思考与练习	62
阅读资料 液化天然气——天然气的工业		第三节 乙炔的制法及用途	63

一、乙炔的制法	63
二、乙炔的用途	63
阅读资料 绿色化学	64
本章要点	66
习题	66
第五章 脂环烃	68
第一节 脂环烃的结构、分类、异构和命名	68
一、脂环烃的结构与稳定性	68
二、脂环烃的分类	70
三、脂环烃的异构现象	70
四、脂环烃的命名方法	71
思考与练习	72
第二节 环烷烃的性质	73
一、环烷烃的物理性质	73
二、环烷烃的化学性质	73
思考与练习	75
第三节 环烷烃的来源和重要的脂环族化合物	76
一、环烷烃的来源	76
二、重要的脂环族化合物	76
阅读资料 化学界的奇才——霍奇金	78
本章要点	79
习题	80
第六章 芳烃	82
第一节 单环芳烃的结构、异构和命名	82
一、单环芳烃的结构	82
二、单环芳烃的构造异构	84
三、单环芳烃的命名方法	84
四、芳烃衍生物的命名	85
思考与练习	86
第二节 单环芳烃的性质	86
一、单环芳烃的物理性质	86
二、单环芳烃的化学性质	87
思考与练习	92
第三节 苯环上取代反应的定位规律	93
一、一元取代苯的定位规律	93
二、二元取代苯的定位规律	94
三、定位规律的应用	94
思考与练习	97
第四节 稠环芳烃	97
一、萘的结构	98
二、萘的性质和用途	98

思考与练习	100
第五节 芳烃的来源和重要的芳烃	101
一、芳烃的工业来源	101
二、重要的芳烃	102
阅读资料 凯库勒与苯的分子结构	105
本章要点	106
习题	107
第七章 卤代烃	110
第一节 卤代烃的分类、异构和命名	110
一、卤代烃的分类与异构	110
二、卤代烃的命名	111
思考与练习	112
第二节 卤代烃的性质	112
一、卤代烃的物理性质	112
二、卤代烃的化学性质	113
思考与练习	116
第三节 卤代烯烃和卤代芳烃	116
一、卤代烯烃和卤代芳烃的分类	117
二、不同结构的卤代烯烃和卤代芳烃反应活性的差异	117
思考与练习	118
第四节 卤代烃的制法和重要的卤代烃	118
一、卤代烃的制法	118
二、重要的卤代烃	119
阅读资料 氟里昂	121
本章要点	121
习题	122
第八章 醇酚醚	125
第一节 醇	125
一、醇的结构、分类、异构和命名	125
二、醇的物理性质	127
三、醇的化学性质	128
四、醇的工业制法	132
五、重要的醇	133
阅读资料 乙醇生产废渣的综合利用——利用酒糟制甲烷	135
本节要点	135
思考与练习	136
第二节 酚	138
一、酚的结构和命名	138
二、酚的物理性质	138
三、酚的化学性质	139

四、重要的酚及其制法	142
阅读资料 酚类与水的污染	145
本节要点	146
思考与练习	146
第三节 醚	147
一、醚的结构、分类和命名	147
二、醚的物理性质	148
三、醚的化学性质	148
四、醚的制法	149
五、重要的醚	149
本节要点	151
思考与练习	151
习题	152
第九章 醛和酮	155
第一节 醛和酮的结构、分类与命名	155
一、醛和酮的结构及分类	155
二、醛和酮的命名	156
思考与练习	157
第二节 醛和酮的性质	157
一、醛和酮的物理性质	157
二、醛和酮的化学性质	158
思考与练习	165
第三节 醛、酮的制法和重要的醛、 酮	165
一、醛、酮的制法	165
二、重要的醛、酮	167
本章要点	169
习题	170
第十章 羧酸及其衍生物	172
第一节 羧酸	172
一、羧酸的结构、分类和命名	172
二、羧酸的物理性质	173
三、羧酸的化学性质	175
四、羧酸的制法	178
五、重要的羧酸	178
思考与练习	181
第二节 羧酸衍生物	182
一、羧酸衍生物的结构和命名	182
二、羧酸衍生物的物理性质	183
三、羧酸衍生物的化学性质	184
四、重要的羧酸衍生物	186
思考与练习	188
* 第三节 油脂和表面活性剂	189

一、油脂	189
二、表面活性剂	191
阅读资料 合成洗涤剂与人体健康	192
本章要点	193
习题	194
第十一章 含氮化合物	196
第一节 硝基化合物	196
一、硝基化合物的结构和命名	196
二、硝基化合物的物理性质	197
三、硝基化合物的化学性质	197
四、硝基对苯环上其他基团的影响	198
五、芳香族硝基化合物的制法	199
六、重要的硝基化合物	200
阅读资料 诺贝尔与炸药	200
本节要点	201
思考与练习	202
第二节 胺	203
一、胺的结构、分类及命名	203
二、胺的物理性质	204
三、胺的化学性质	205
四、胺的制法	209
五、重要的胺	209
* 六、季铵盐和季铵碱	210
本节要点	211
思考与练习	212
第三节 重氮和偶氮化合物	213
一、重氮和偶氮化合物的结构	213
二、重氮化反应	213
三、重氮盐的性质及应用	214
本节要点	216
思考与练习	216
第四节 腈	217
一、腈的结构和命名	217
二、腈的物理性质	217
三、腈的化学性质	218
四、腈的制法	218
五、重要的腈	219
阅读资料 含氮化合物与液晶材料	219
本节要点	221
思考与练习	221
习题	221
第十二章 杂环化合物	223
第一节 杂环化合物的分类和命名	223

一、杂环化合物的分类	223
二、杂环化合物的命名	223
思考与练习	225
第二节 重要的五元杂环及其衍生物	225
一、呋喃	225
二、糠醛	227
三、噻吩	228
四、吡咯	229
五、吡啶	230
思考与练习	231
第三节 重要的六元杂环及稠杂环 化合物	232
一、吡啶	232
二、喹啉	234
思考与练习	235
阅读资料一 生物碱及其生理功能	235
阅读资料二 科学家伍德沃德	237
本章要点	238
习题	238
* 第十三章 对映异构	240
第一节 物质的旋光性与对映异构体	240
一、物质的旋光性	240
二、对映异构体	241
思考与练习	242
第二节 对映异构的表示方法	242
一、构型的表示法	242
二、构型的标记法	243
三、含两个手性碳原子的对映体的表示 方法	244
思考与练习	246
阅读资料 手性药物	246
本章要点	248
习题	248
* 第十四章 碳水化合物	250
第一节 碳水化合物的含义和分类	250
一、碳水化合物的含义	250
二、碳水化合物的分类	250
第二节 重要的碳水化合物	251
一、重要的单糖	251
二、重要的二糖	253

三、重要的多糖	254
本章要点	255
习题	256
* 第十五章 氨基酸、蛋白质和核酸	257
第一节 氨基酸	257
一、氨基酸的分类和命名	257
二、 α -氨基酸的性质	260
三、氨基酸的制法	261
思考与练习	262
第二节 蛋白质	262
一、蛋白质的组成、结构和分类	262
二、蛋白质的性质	264
第三节 核酸简介	265
一、核酸的组成	265
二、核酸的生物功能	266
阅读资料 生物酶与克隆技术	266
本章要点	268
习题	269
第十六章 合成高分子化合物简介	270
第一节 概述	270
一、高分子化合物的含义	271
二、高分子化合物的分类	271
三、高分子化合物的命名	272
第二节 高分子化合物的特性与合成 方法	273
一、高分子化合物的特性	273
二、高分子化合物的合成方法	273
第三节 重要的合成高分子化合物	274
一、塑料	274
二、合成纤维	277
三、合成橡胶	279
四、离子交换树脂	280
五、涂料和胶黏剂	281
阅读资料 有利环保的高聚物——可降解 塑料	281
本章要点	282
习题	283
主要参考文献	285

第一章 绪 论

学习指南

有机化学是研究有机化合物的化学。有机化合物就是碳氢化合物及其衍生物。

有机化合物分子中的碳原子是四价的，它以共价键与其他原子结合。由于结构的特殊性，使得有机化合物具有不同于无机化合物的一些特殊性质。

本章将主要介绍有机化合物的结构与特性、有机化合物的天然来源与分类、有机化学工业的发展与展望以及有机化学的学习方法等。

学习本章内容，应该在了解有机化学的研究对象和研究内容的基础上做到：

1. 了解有机化合物的结构特点，熟悉有机化合物的特征性质；
2. 了解有机化合物的天然来源和工业制法；
3. 了解有机化合物的分类方法，掌握有机化合物构造式的书写方法；
4. 了解有机化学工业的发展现状与前景，掌握有机化学的学习方法。

第一节 有机化合物和有机化学

一、有机化合物的含义

说到有机化合物，你可能会觉得很陌生，但提起我们日常生活中常见的粮食、油脂、酒精、蔗糖、医药、染料、棉花和塑料等，你就会感到很熟悉。其实，这些人们生活中必需的日用品都是有机化合物。有机化合物大量存在于自然界，它与人类生活有着极为密切的关系。由于最初有机化合物大多来自于动植物体内，人们认为它们是“有生机之物”，所以称之为有机化合物。

科学家们通过大量的研究发现，所有的有机化合物中都含有碳元素；绝大多数有机化合物中含有氢元素，许多有机化合物除含碳、氢元素外，还含有氧、氮、硫、磷和卤素等元素。从化学组成上看，有机化合物可以看作是碳氢化合物，以及从碳氢化合物衍生而得的化合物。因此，有人把有机化合物定义为碳氢化合物及其衍生物。

随着生产实践和科学研究的不断发展，人们发现有机化合物不仅存在于动植物体内，也可由人工的方法来合成。例如在 1828 年，年轻的德国化学家武勒（Wohler）就用氰酸铵溶液制得了尿素。在这之前，尿素只能从哺乳类动物的尿中分离得到。随后，化学家们又陆续合成了一系列有机化合物，如醋酸、油脂、染料、炸药等。

现在，许多天然有机化合物都可以在实验室中合成，如维生素、叶绿素和蛋白质等。我国于 1965 年在世界上第一个成功地合成了具有生物活性的蛋白质——牛胰岛素。又于 1981 年合成了相对分子质量约为 26000、其化学结构和生物活性与天然转移核糖核酸完全相同的酵母丙氨酸转移核糖核酸。

有机化合物早已进入了合成的时代，有机化合物的研究工作也正借助于现代电子计算机技术以日新月异的变化飞速向前发展。

二、有机化合物的天然来源

有机化合物的重要代表物甲烷、乙烯、苯、甲苯、萘等都是有机化学工业的基础原料。这些基础原料的主要来源是天然气、石油、煤及农副产品等。

1. 天然气

天然气是蕴藏在地层内的可燃性气体。可分为干气和湿气两类，干气的主要成分是甲烷，湿气的主要成分除甲烷外，还含有乙烷、丙烷和丁烷等低级烷烃。由于产地不同，天然气的组成也不一样，有些天然气中除上述低级烷烃外，还含有少量氮、氦、硫化氢和二氧化碳等气体。

天然气的主要用途是作为气体燃料，也可用作化工原料。例如，天然气中的甲烷可用来生产氨、甲醇、乙炔和炭黑等；湿气中的乙烷、丙烷和丁烷是生产乙烯、丙烯和丁烯等的原料。我国天然气资源较为丰富，可开发和利用的潜力较大。

2. 石油

石油是蕴藏在地层内的可燃性黏稠液体，可由钻井开采得到，一般为黑色或深褐色，也称作原油。主要成分是烃类的混合物，此外，还有少量含氧、含氮、含硫的有机化合物。

将原油按一定的温度范围分馏，可以得到不同馏分的石油产品，如石油气、汽油、煤油、柴油和石蜡等。这些石油产品可直接使用，也可进一步加工成乙烯、丙烯、苯和甲苯等重要的化工原料，由这些原料出发还可制备出更多的化工产品，如橡胶、塑料、纤维、染料、医药和农药等。

石油是合成有机化合物最重要的原料。我国石油资源分布较广，不仅陆地有，海上也有，并已开采出高产油田。原油年产量已超过1亿吨。

3. 煤

煤是蕴藏在地层下的可燃性固体。主要由埋在地下的各地质时代的植物经长期煤化作用而成。

将煤放入炼焦炉内，在隔绝空气的情况下，加热到 $950 \sim 1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，煤即分解生成气体、液体和固体产物。这一过程叫做煤的干馏。

煤经干馏生成的气体产物是焦炉气。焦炉气的主要成分是甲烷和氢气，还有少量的乙烯、一氧化碳、二氧化碳和氮气等。

液体产物是氨水和煤焦油。煤焦油中含有苯、甲苯、二甲苯、萘、蒽等芳烃，还含有酚类、杂环类化合物及沥青，其中沥青约占煤焦油的 $54\% \sim 56\%$ 。沥青又叫柏油，它的主要用途是铺路，也用作防腐或防水材料。煤焦油经分馏可得到各种芳烃，是芳烃的一个主要来源。

固体产物是焦炭。主要成分是固定碳。常用于钢铁冶炼和其他金属的铸造，在化工生产中，用作生产电石的原料。

我国煤炭藏量丰富，年产量已超过7亿吨，可为发展煤化工产业提供重要保障。

4. 农副产品及其他

许多农副产品是有机化合物的重要来源，如玉米芯、谷糠是生产糠醛的原料，蓖麻油是生产尼龙-1010的原料等等。我国是农业大国，农副产品资源丰富，充分发挥这一优势，综合利用农副产品，可获得更多、更好的有机化工产品。

许多动植物体中含有大量的天然有机化合物,可用适当的物理和化学方法加以提取。例如,从动物内脏中提取激素;用动物毛发水解制取胱氨酸;由植物中提取天然色素、香精油或表面活性剂;从中草药中提取生物碱等有效成分制成医药针剂等等。

我国自然条件优越,生物资源丰富,天然有机物的提取具有广阔的天地,大有可为。

三、有机化学和有机化学工业

1. 有机化学及其研究对象

有机化学就是研究有机化合物的化学。它主要研究有机化合物的组成、结构、性质、来源、制法、相互之间的转化关系及其在生产、生活中的应用。

2. 有机化学工业的发展与展望

有机化学的深入研究推动了有机化学工业的快速发展。从 19 世纪末到 20 世纪初,有机化学工业主要以煤作为生产原料,现在已把石油作为主要的生产原料。世界石油的探明储量为 14000 亿吨左右。石油炼制和加工已成为国民经济的支柱产业。由石油化工得到的基本化学品的深加工成为有机化学工业发展的源泉。有机化工产品已达 3000 多种,涉及到国计民生的各个部门,如轻工、纺织、医药、农药、机械、电子等领域。世界乙烯年生产能力达到 5000 万吨,30 万吨乙烯装置超过了 100 套,大规模集成化已成为发展趋势,人们的衣、食、住、行已离不开合成材料。新兴的合成高分子技术,将人类带入了征服材料的时代。

进入 20 世纪以来,化学家们设计并合成出数百万种有机化合物,几乎又创造了一个新的自然界。塑料、橡胶、纤维和涂料这四种广泛应用的高分子材料成为 20 世纪人类文明的标志之一,也是提高人类生活质量的主要物质基础之一。

生物材料的研制已发展到可工业化生产人工瓣膜、人工关节、模拟生物胶黏剂和模拟生物膜等。现代有机合成技术已可做到具有一定的生物相容性(即互不排斥或排斥性很小)。例如:合成聚乳酸作为类骨骼材料;含氟人造血浆用作输血材料;用有机硅制成隐形眼镜材料;用聚氨酯做成人造皮肤等等。

化学合成药物已在医药工业中占主导地位。20 世纪人类寿命平均增长了近 30 岁,可以说,是化学药物对人类健康做出了功不可没的贡献。

有机化学工业的飞速发展又促进了有机化学的研究,也促进了各学科之间的相互交叉和渗透。生命科学已成为利用有机化学成果去研究生命现象、了解生命本质和生命过程的现代自然科学之一。从生命物质 DNA 结构的确定到遗传密码的破译,从核酸的复制到遗传信息中心法则的发现,使生命科学的发展前进了一大步。人类可以利用有机化学知识认识自然、改造自然,认识自身,改善生存条件,提高生存质量,保障生存安全。

进入 21 世纪,随着社会的进步和科学的发展,人口、环境、资源和能源等问题也日趋严重。例如:由于人口增长,对食物的需求增加,有机化学研究所面临的重要任务之一就是,既要增加食物的产量以保证人类生存,又要注重质量以确保人类安全。也就是说,未来的食品不仅要满足人类生存的需要,还要在提高人类生存质量,提高健康水平和身体素质等方面起作用。这需要利用化学和生物学的方法增加动、植物食品的有效成分,提供安全的、具有疾病预防作用的食物和食物添加剂,大幅度提高食品的营养价值和保健功能。

经济的增长和能源消费的增长是紧密联系的。目前人类利用的能源有煤、天然气、石油、核能、水利、太阳能和生物原料等。我国能源资源的探明储量为:煤 6000 亿吨,石油 34 亿吨,天然气 20000 亿立方米。其中天然气储量和可开采潜力较大,应合理使用现有资源,大力推广使用天然气。有机化学工业在天然气开发和利用方面的任务是对天然气进行脱

硫处理和除去含氮杂质，保证能源的高效洁净转化。

各种结构材料和功能材料同样是人类赖以生存和发展的物质基础。为提高人类生存质量和生存安全，保证可持续发展，人们对新功能材料会不断提出新的需求。任何功能材料都是以功能分子为基础合成的。有机化学研究主要是用合成-筛选模式寻找功能分子，由功能分子组装成具有特定功能的新型材料。纳米技术的应用将使功能材料的研制向纳米化迈进。本世纪将进入智能材料的时代。智能材料就是材料的作用和功能可随外界条件的变化和需要而有意识地调节、修饰和修复。

可用于生产、生活和医疗的模拟酶的研制在 21 世纪将会有新的突破，人类的生存质量将会有新的、飞跃性的提高。

某些合成高分子化合物（如塑料、橡胶等）容易老化、人类常见的一些疾病（如白内障、肿瘤、心血管疾病等）和衰老的发生、食物的氧化性变质等现象，都是由于可快速生成并转化的氧自由基的存在而造成的。对氧自由基生成与转化的可控性研究将会有新的进展。合成高分子生命材料也将是生命科学领域中有机化学研究的新课题。

总之，展望 21 世纪有机化学研究和有机化学工业的发展前景，我们可以看到一个绚丽多姿、以智能材料和生命材料为文明特征的时代正在到来。

第二节 有机化合物的结构和特性

一、有机化合物的结构

结构决定性质是有机化合物的一大特点。由于有机化合物的结构比较特殊，所以导致了有机化合物具有与无机化合物截然不同的一些特殊性质。

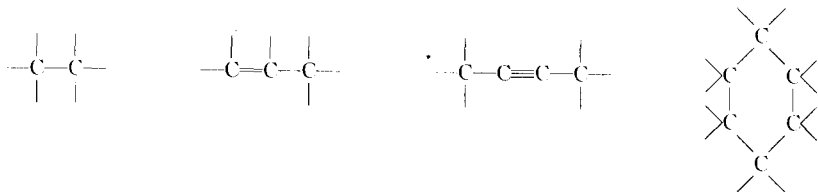
1. 碳原子是四价的

有机化合物中都含有碳原子。碳原子位于周期表中第 2 周期第 IV A 族，最外层有四个价电子，可与其他原子形成四个化学键，因此，碳原子是四价的。

2. 碳原子与其他原子以共价键相结合

碳原子与其他原子互相结合成键时，既不容易得到电子也不容易失去电子，而是采取了与其他原子共用电子对的方式来获得稳定的电子构型。也就是说，碳原子是以共价键与其他原子结合的。

碳原子还可以共价键自相结合，形成碳碳单键（ $C-C$ ）、碳碳双键（ $C=C$ ）和碳碳三键（ $C\equiv C$ ），并可连结成碳链或碳环。例如：



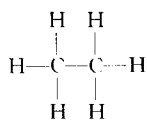
3. 有机化合物的构造式

有机化合物分子中的原子是按一定的顺序和方式相联结的。分子中原子间的排列顺序和联结方式叫做分子的构造，表示分子构造的式子叫做构造式。

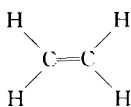
有机化合物的构造式常用短线式、缩简式和键线式等三种方式来表示。

短线式是用一条短线代表一个共价键，单键以一条短线相连，双键或三键则以两条或三

条短线相连。例如：



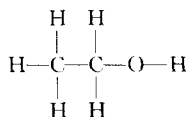
乙 烷



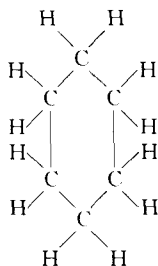
乙 烯



乙 炔



乙 醇

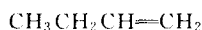


环己烷

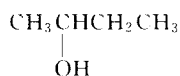
有时，为了书写简便，在不造成错觉的情况下，也可省略一些代表单键的短线，这就是缩简式（也叫构造简式）。例如：



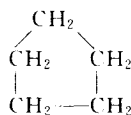
丁 烷



1-丁 烯

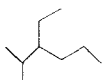


2-丁醇



环戊烷

键线式是不写出碳原子和氢原子，用短线代表碳-碳键，短线的连接点和端点代表碳原子。例如：



2-甲基-3-乙基己烷



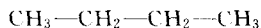
环己烷



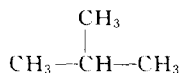
环戊烯

4. 同分异构现象

分子中具有相同碳原子数的有机化合物，可因碳原子的排列次序和方式不同产生不同的构造式。例如，丁烷分子中有四个碳原子，它们可以有两种排列方式：



正丁烷



异丁烷

正丁烷和异丁烷的分子式都是 C_4H_{10} 。它们虽然具有相同的分子式，但因构造式不同，而具有不同的性质，是不同的化合物。这种分子式相同而构造式不同的化合物称为同分异构体，这种现象称为同分异构现象。

在有机化合物中，同分异构现象是普遍存在的，这也是有机化合物数目繁多（至今已达1000万种以上）的一个主要原因。

二、有机化合物的特性

1. 容易燃烧

有机化合物一般都容易燃烧。人类常用的燃料大多是有机化合物，如气体燃料：天然

气、液化石油气等；液体燃料：酒精、汽油等；固体燃料：煤、木柴等。这是因为有机化合物分子中的碳原子和氢原子容易被氧化成二氧化碳和水的缘故。而无机物一般是不易燃烧的。所以，人们常用引燃的方法来初步鉴别有机物和无机物。

2. 熔点较低

有机化合物的熔点较低，一般不超过 400 °C，例如冰醋酸的熔点为 16.6 °C。而无机物的熔点一般都较高，例如氯化钠的熔点为 801 °C。这是因为有机物分子间的晶体排列是靠微弱的范德华力来维系的，晶格非常容易被破坏。而无机物大多是离子晶体，晶格排列是靠正、负离子间的静电吸引，这种作用力较强，破坏它需要较多的能量。

纯的有机物大多有固定的熔点，含有杂质时，熔点一般会降低。因此，可利用测定熔点来鉴别固体有机物或检验其纯度。

3. 难溶于水

绝大多数有机化合物都难溶于水，而易溶于有机溶剂，例如，油脂不溶于水，而能溶解在乙醚、汽油等有机溶剂中。这是因为有机化合物分子中的化学键大多为共价键，极性较弱或没有极性。而水则是一种极性较强的溶剂。根据“相似相溶”的经验规律，只有结构和极性相近的物质才能互相溶解，所以大多数非极性或弱极性的有机物难溶于水，而离子型的无机物则易溶于强极性的水。利用这一性质可将混在有机物中的无机盐类杂质用水洗去。

4. 反应速率慢

有机化合物的反应速率一般都比较慢。例如酯化反应常需几个小时才能完成，煤与石油则是动植物在地层下经历了千百年的变化才形成的。这主要是因为大多数有机物的反应是分子间的反应，要靠分子间的有效碰撞，经历旧的共价键断裂和新的共价键形成才能完成，所以速率比较慢。而无机物的反应，大多是离子间的反应，非常迅速，可瞬时完成。

为了提高有机化合物的反应速率，往往采取加热、搅拌以及加入催化剂等措施来加速反应。

5. 副反应多

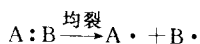
有机化合物的结构比较复杂，发生反应时，分子中各部位的共价键都可能断裂。也就是说副反应比较多，产率比较低，产物也往往是复杂的混合物，需要进行分离和提纯。

如果在有机化合物的反应中，选择适当的试剂，控制适宜的反应条件，就会减少副反应的发生，有效地提高产率。

需要说明的是，有机化合物的这些特性不是绝对的，也有一些有机化合物并不具备上述特点。例如，四氯化碳不但不能燃烧，而且可以灭火，是常用的灭火剂；“特氟隆”是一种超级耐高温（约 700 °C）润滑剂；酒精和醋酸都可以任意比例与水混溶；“TNT”可在瞬间发生爆炸反应，是一种烈性军用炸药等。

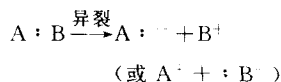
三、共价键的断裂和有机反应类型

有机化学反应的实质就是旧的共价键断裂和新的共价键形成。在有机化合物中，共价键的断裂方式有两种，一种是断键时，共用的一对电子均匀地分配给形成此共价键的两个原子，共价键的这种断裂方式称为均裂。



均裂所产生的具有不成对电子的原子或基团称为自由基。自由基性质非常活泼，一旦生成会立刻引发一系列反应，由自由基引发的化学反应叫做自由基反应。

共价键的另一种断裂方式是断键时，共用的一对电子完全转移到其中的一个原子上，这种断键方式称为异裂。



异裂断键产生正离子和负离子，按异裂进行的化学反应叫做离子型反应。

第三节 有机化合物的分类

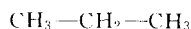
有机化合物数目庞大，种类繁多。为了便于学习与研究，需要对有机化合物进行科学的分类。常用的分类方法有两种：一种是按有机化合物的碳骨架分类；另一种是按官能团分类。

一、按碳骨架分类

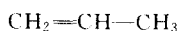
根据组成有机化合物的碳架不同，可将其分为三大类。

1. 开链化合物

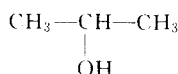
这类化合物的结构特征是碳原子间互相连接成链状。例如：



丙烷



丙烯



异丙醇

由于这类开链化合物最初是从脂肪中获得的，所以又叫脂肪族化合物。

2. 碳环化合物

这类化合物的结构特征是碳原子间互相连结成环状。按性质不同，它们又分成两类：

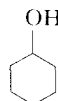
(1) 脂环族化合物 这是分子中的碳原子连结成环，性质与脂肪族相似的一类化合物。例如：



环戊烯



环己烷

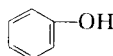


环己醇

(2) 芳香族化合物 这类化合物中都含有由六个碳原子组成的苯环，它们的性质与脂肪族化合物截然不同，由于最初是由香树脂中发现的，所以叫做芳香族化合物。例如：



苯



苯酚



萘

3. 杂环化合物

这类化合物的结构特征是碳原子与其他杂原子如 O、N、S 等共同构成环状结构，所以称做杂环。例如：



呋喃



噻吩



吡啶

二、按官能团分类

官能团是指有机化合物分子中比较活泼、容易发生化学反应的原子或基团。官能团决定化合物的主要性质。具有相同官能团的化合物，其性质也相似，因此将它们归为一类，便于学习和研究。一些常见有机化合物的官能团见表 1-1。

表 1-1 常见有机化合物的官能团

化合物类别	官能团结构	官能团名称	化合物实例
烯烃		碳碳双键	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 乙烯
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	碳碳三键	$\text{CH}\equiv\text{CH}$ 乙炔
卤代烃	$-\text{X}$	卤原子	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 氯乙烷
醇	$-\text{OH}$	醇羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 乙醇
酚	$-\text{OH}$	酚羟基	苯酚
醚	$-\text{O}-$	醚键	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ 甲醚
醛		醛基	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{H}$ 乙醛
酮		酮基	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ 丙酮
羧酸		羧基	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ 乙酸
硝基化合物	$-\text{NO}_2$	硝基	硝基苯
胺	$-\text{NH}_2$	氨基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 乙胺
腈	$-\text{CN}$	氰基	CH_3CN 乙腈
重氮化合物	$-\text{N}^+\equiv\text{N}$	重氮基	氯化重氮苯
偶氮化合物	$-\text{N}=\text{N}-$	偶氮基	偶氮苯
磺酸	$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸基	苯磺酸

第四节 有机化学的学习方法

有机化学是与生产、生活实际联系比较密切，系统性和实用性都很强的一门自然科学，也是高等职业教育化学、化工类专业的一门专业基础课程。要学好这门课程，应该做到以下几个方面。

一、明确学习目的

学习有机化学是为了掌握化学、化工类专业必需的有机化学基本知识、基本理论和基本规律，为后续专业课程奠定必要的基础。同时培养良好的知识素质和能力素质，能用辩证唯