



全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材



全国高等中医药院校规划教材（第十版）

有机化学

（新世纪第四版）

（供中药学、药学、制药工程等专业用）

主 编 林 辉

全国百佳图书出版单位
中国中医药出版社

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

有机化学

（新世纪第四版）

（供中药学、药学、制药工程等专业用）

主 审

彭 松（湖北中医药大学）

主 编

林 辉（广州中医药大学）

副 主 编（以姓氏笔画为序）

权 彦（陕西中医药大学）

安 飏（上海中医药大学）

李熙灿（广州中医药大学）

张淑蓉（山西中医学院）

陈 晖（甘肃中医药大学）

陈胡兰（成都中医药大学）

编 委（以姓氏笔画为序）

万屏南（江西中医药大学）

毛近隆（山东中医药大学）

牛丽颖（河北中医学院）

方 方（安徽中医药大学）

邓仕任（辽宁中医药大学）

杨 静（河南中医药大学）

李 玲（湖南中医药大学）

余宇燕（福建中医药大学）

沈 琤（湖北中医药大学）

张立剑（黑龙江中医药大学）

张园园（北京中医药大学）

林玉萍（云南中医学院）

房 方（南京中医药大学）

赵 红（广东药科大学）

钟益宁（广西中医药大学）

高 颖（长春中医药大学）

学术秘书

何建峰（广州中医药大学）

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学/林辉主编. —4 版. —北京: 中国中医药出版社, 2016. 7 (2017. 1重印)

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5132-3344-6

I. ①有… II. ①林… III. ①有机化学-中医药院校-教材 IV. ①062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 096827 号

请到“医开讲 & 医教在线”(网址: www.e-lesson.cn)
注册登录后, 刮开封底“序列号”激活本教材数字化内容。



中国中医药出版社出版

北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层

邮政编码 100013

传真 010 64405750

北京中艺彩印包装有限公司印刷

各地新华书店经销

开本 850×1168 1/16 印张 25 彩插 0.125 字数 615 千字

2016 年 7 月第 4 版 2017 年 1 月第 2 次印刷

书号 ISBN 978-7-5132-3344-6

定价 55.00 元

网址 www.cptcm.com

如有印装质量问题请与本社出版部调换

版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720

购书热线 010 64065415 010 64065413

微信服务号 zgzyycbs

书店网址 csln.net/qksd/

官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

淘宝天猫网址 <http://zgzyycbs.tmall.com>

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

专家指导委员会

名誉主任委员

王国强（国家卫生计生委副主任、国家中医药管理局局长）

主任委员

王志勇（国家中医药管理局副局长）

副主任委员

王永炎（中国中医科学院名誉院长、中国工程院院士）

张伯礼（教育部高等学校中医学类专业教学指导委员会主任委员、

中国中医科学院院长、天津中医药大学校长、中国工程院院士）

卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

委员（以姓氏笔画为序）

马存根（山西中医学院院长）

王 键（安徽中医药大学校长）

王国辰（中国中医药出版社社长）

王省良（广州中医药大学校长）

方剑乔（浙江中医药大学校长）

孔祥骊（河北中医学院院长）

石学敏（天津中医药大学教授、中国工程院院士）

匡海学（教育部高等学校中药学类专业教学指导委员会主任委员、

黑龙江中医药大学教授）

吕文亮（湖北中医药大学校长）

刘振民（全国中医药高等教育学会顾问、北京中医药大学教授）

安冬青（新疆医科大学副校长）

许二平（河南中医药大学校长）
孙忠人（黑龙江中医药大学校长）
严世芸（上海中医药大学教授）
李秀明（中国中医药出版社副社长）
李金田（甘肃中医药大学校长）
杨 柱（贵阳中医学院院长）
杨关林（辽宁中医药大学校长）
杨金生（国家中医药管理局中医师资格认证中心主任）
宋柏林（长春中医药大学校长）
张欣霞（国家中医药管理局人事教育司师承继教处处长）
陈可冀（中国中医科学院研究员、中国科学院院士、国医大师）
陈立典（福建中医药大学校长）
陈明人（江西中医药大学校长）
武继彪（山东中医药大学校长）
林超岱（中国中医药出版社副社长）
周永学（陕西中医药大学校长）
周仲瑛（南京中医药大学教授、国医大师）
周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处副处长）
胡 刚（南京中医药大学校长）
洪 净（全国中医药高等教育学会理事长）
秦裕辉（湖南中医药大学校长）
徐安龙（北京中医药大学校长）
徐建光（上海中医药大学校长）
唐 农（广西中医药大学校长）
梁繁荣（成都中医药大学校长）
路志正（中国中医科学院研究员、国医大师）
熊 磊（云南中医学院院长）

秘 书 长

王 键（安徽中医药大学校长）
卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）
王国辰（中国中医药出版社社长）

办公室主任

周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处副处长）
林超岱（中国中医药出版社副社长）
李秀明（中国中医药出版社副社长）

编审专家组

组 长

王国强（国家卫生计生委副主任、国家中医药管理局局长）

副组长

张伯礼（中国工程院院士、天津中医药大学教授）

王志勇（国家中医药管理局副局长）

组 员

卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

严世芸（上海中医药大学教授）

吴勉华（南京中医药大学教授）

王之虹（长春中医药大学教授）

匡海学（黑龙江中医药大学教授）

王 键（安徽中医药大学教授）

刘红宁（江西中医药大学教授）

翟双庆（北京中医药大学教授）

胡鸿毅（上海中医药大学教授）

余曙光（成都中医药大学教授）

周桂桐（天津中医药大学教授）

石 岩（辽宁中医药大学教授）

黄必胜（湖北中医药大学教授）

前言

为落实《国家中长期教育改革和规划纲要（2010-2020年）》《关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》，适应新形势下我国中医药行业高等教育教学改革和中医药人才培养的需要，国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室（以下简称“教材办”）、中国中医药出版社在国家中医药管理局领导下，在全国中医药行业高等教育规划教材专家指导委员会指导下，总结全国中医药行业历版教材特别是新世纪以来全国高等中医药院校规划教材建设的经验，制定了“‘十三五’中医药教材改革工作方案”和“‘十三五’中医药行业本科规划教材建设工作总体方案”，全面组织和规划了全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材。鉴于由全国中医药行业主管部门主持编写的全国高等中医药院校规划教材目前已出版九版，为体现其系统性和传承性，本套教材在中国中医药教育史上称为第十版。

本套教材规划过程中，教材办认真听取了教育部中医学、中药学等专业教学指导委员会相关专家的意见，结合中医药教育教学一线教师的反馈意见，加强顶层设计和组织管理，在新世纪以来三版优秀教材的基础上，进一步明确了“正本清源，突出中医药特色，弘扬中医药优势，优化知识结构，做好基础课程和专业核心课程衔接”的建设目标，旨在适应新时期中医药教育事业发展和教学手段变革的需要，彰显现代中医药教育理念，在继承中创新，在发展中提高，打造符合中医药教育教学规律的经典教材。

本套教材建设过程中，教材办还聘请中医学、中药学、针灸推拿学三个专业德高望重的专家组成编审专家组，请他们参与主编确定，列席编写会议和定稿会议，对编写过程中遇到的问题提出指导性意见，参加教材间内容统筹、审读稿件等。

本套教材具有以下特点：

1. 加强顶层设计，强化中医经典地位

针对中医药人才成长的规律，正本清源，突出中医思维方式，体现中医药学科的人文特色和“读经典，做临床”的实践特点，突出中医理论在中医药教育教学和实践工作中的核心地位，与执业中医（药）师资格考试、中医住院医师规范化培训等工作对接，更具有针对性和实践性。

2. 精选编写队伍，汇集权威专家智慧

主编遴选严格按照程序进行，经过院校推荐、国家中医药管理局教材建设专家指导委员会专家评审、编审专家组认可后确定，确保公开、公平、公正。编委优先吸纳教学名师、学科带头人和一线优秀教师，集中了全国范围内各高等中医药院校的权威专家，确保了编写队伍的水平，体现了中医药行业规划教材的整体优势。

3. 突出精品意识，完善学科知识体系

结合教学实践环节的反馈意见，精心组织编写队伍进行编写大纲和样稿的讨论，要求每门

教材立足专业需求,在保持内容稳定性、先进性、适用性的基础上,根据其在整个中医知识体系中的地位、学生知识结构和课程开设时间,突出本学科的教学重点,努力处理好继承与创新、理论与实践、基础与临床的关系。

4. 尝试形式创新,注重实践技能培养

为提升对学生实践技能的培养,配合高等中医药院校数字化教学的发展,更好地服务于中医药教学改革,本套教材在传承历版教材基本知识、基本理论、基本技能主体框架的基础上,将数字化作为重点建设目标,在中医药行业教育云平台的总体构架下,借助网络信息技术,为广大师生提供了丰富的教学资源 and 广阔的互动空间。

本套教材的建设,得到国家中医药管理局领导的指导与大力支持,凝聚了全国中医药行业高等教育工作者的集体智慧,体现了全国中医药行业齐心协力、求真务实的工作作风,代表了全国中医药行业为“十三五”期间中医药事业发展和人才培养所做的共同努力,谨向有关单位和个人致以衷心的感谢!希望本套教材的出版,能够对全国中医药行业高等教育教学的发展和中医药人才的培养产生积极的推动作用。

需要说明的是,尽管所有组织者与编写者竭尽心智,精益求精,本套教材仍有一定的提升空间,敬请各高等中医药院校广大师生提出宝贵意见和建议,以便今后修订和提高。

国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室

中国中医药出版社

2016年6月

编写说明

本教材是在国家中医药管理局教材建设工作委员会宏观指导下，遵循全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材编写指导思想、编写原则和基本要求，贯彻以学生为中心的教育理念，以培养合格中医药人才为导向，从专业教育和课程教学改革的实际出发，对全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材《有机化学》进行了修订、扩充和提高，力求进一步提高新版教材的质量，并体现现代信息技术和网络教育技术对课程教学的运用。对照全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材《有机化学》，该版教材进行了如下五个方面的调整：

1. 对上版教材中存在较明显缺陷的“旋光异构”“卤代烃”“有机化合物的化学键”三章的知识体系和内容进行了较大幅度修改。
2. 对上版教材中存在的模糊插图、不够规范的表格进行了相应的修改完善。
3. 对上版教材中存在的错漏和不规范的文字表述进行了更正。
4. 本版纸质教材进一步提高了印刷质量，采用套色印刷，标题使用蓝色，以方便阅读，理清脉络。
5. 本版教材数字化工作是在国家中医药管理局中医药教育教学改革研究项目的支持下，由中国中医药出版社资助展开的。该项目（编号：GJYJS16065）由李熙灿负责，其他编委会成员共同参与完成。

本教材作为全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材，供全国高等中医药院校中药学专业学生使用，也可供高等院校药学、制药工程及相关专业课程教学选用。本教材编委会成员都是全国高等中医药院校有机化学课程的教学骨干和专家，代表了全国中医药行业高等教育有机化学课程教学的实际水平。尽管编委会成员力求教材编写精益求精，但由于参与编写教材的人员较多，编写水平难以达到高度一致，不足之处在所难免。敬请广大师生和读者提出宝贵意见，以便再版时修订提高。

《有机化学》编委会

2016年6月

目 录

第一章 绪论	1	三、甲烷的结构与构型	41
一、有机化学的研究对象与任务	1	四、乙烷与丁烷的构象	42
二、有机化学与医药学的关系	2	五、烷烃的物理性质	44
三、研究有机化合物的一般方法	3	六、烷烃的化学性质	46
四、有机化合物的结构及其表达式	5	七、烷烃的制备	51
五、有机化合物的特点	9	八、常用烷烃	51
六、有机化合物的分类	11		
第二章 有机化合物的化学键	13	第四章 烯烃	52
第一节 共价键及共价键理论	13	第一节 烯烃的结构	52
一、共价键理论	13	一、乙烯的结构	52
二、共价键的性质	19	二、烯烃的异构	53
三、共价键的断裂方式与有机反应分类	23	第二节 烯烃的命名	54
第二节 共振论简介	24	第三节 烯烃的物理性质	55
一、共振论的基本内容	24	第四节 烯烃的化学性质	56
二、共振结构式书写的基本原则	26	一、加成反应	56
三、共振论在有机化学中的应用	26	二、氧化反应	64
第三节 有机化合物中的电性效应	27	三、 α -H 的卤代反应	65
一、诱导效应	27	四、聚合反应	65
二、共轭效应	28	第五节 重要的烯烃	66
三、场效应	31	一、乙烯	66
第四节 分子间作用力及其对物质物理性质的影响	32	二、丙烯	66
一、分子间作用力及其类型	32		
二、分子间作用力对物质物理性质的影响	33	第五章 炔烃和二烯烃	67
第五节 有机化合物中其他类型的键合	34	第一节 炔烃	67
一、电荷转移络合物	34	一、炔烃的结构	67
二、包合物	35	二、炔烃的异构与命名	68
		三、炔烃的物理性质	68
第三章 烷烃	38	四、炔烃的化学性质	69
一、烷烃的同系列和同分异构现象	38	五、炔烃的制备	73
二、烷烃的命名	39	第二节 二烯烃	74
		一、二烯烃的分类和命名	74
		二、共轭二烯烃的结构	74

三、共轭二烯烃的性质	75	第三节 含一个手性碳原子化合物的旋光异构	126
第六章 脂环烃	82	一、对映异构与对映异构体	126
一、脂环烃的分类及命名	82	二、对映异构体间理化性质的异同	127
二、脂环烃的性质	84	三、外消旋体	127
三、环烷烃的结构和稳定性	85	第四节 旋光异构体的表示方法及分子构型的标记	128
第七章 芳香烃	91	一、旋光异构体构型的表示方法	128
第一节 苯及其同系物	91	二、分子构型的标记	129
一、苯的结构	91	第五节 含两个手性碳的有机分子的旋光异构	131
二、单环芳烃的异构和命名	95	一、含两个不同手性碳的有机分子的旋光异构	131
三、单环芳烃的物理性质	96	二、含两个相同手性碳的有机分子的旋光异构	132
四、单环芳烃的化学性质	96	第六节 不含手性碳原子的手性分子	133
五、重要的单环芳烃	102	一、丙二烯型化合物	133
第二节 苯环上取代反应的定位规律	103	二、联苯型化合物	134
一、定位基的定义	103	三、把手型化合物	134
二、定位基的分类	103	第七节 取代环烷烃的立体异构	135
三、定位效应的理论解释	104	第八节 外消旋体的拆分	136
四、二取代苯的定位规律	108	一、机械法	136
五、定位规律的应用	109	二、微生物法	136
第三节 多环芳烃	110	三、诱导结晶法	136
一、多环芳烃的分类与命名	110	四、选择吸附法	137
二、萘	110	五、化学法	137
三、蒽	114	第九章 卤代烃	138
四、菲	115	第一节 卤代烃的分类和命名	138
五、致癌芳烃	116	一、分类	138
第四节 非苯芳烃	116	二、命名	138
一、休克尔 (E. Hückel) 规则	116	第二节 卤代烃的物理性质	139
二、重要的非苯芳烃	118	第三节 卤代烃的化学性质	140
第八章 旋光异构	120	一、亲核取代反应	141
第一节 旋光性与旋光度	121	二、消除反应	142
一、平面偏振光与物质的旋光性	121	三、与金属的反应	143
二、旋光仪	122	四、还原反应	144
三、比旋光度	122	第四节 亲核取代反应与消除反应的历程	145
第二节 分子的手性和结构的对称因素	123	一、亲核取代反应历程	145
一、手性的概念	123	二、影响亲核取代反应的因素	148
二、分子手性的判断依据	124		
三、手性碳原子	125		
四、分子手性与物质旋光性的关系	126		

三、消除反应历程	151
四、亲核取代与消除反应的竞争	152
第五节 双键位置对卤代烯烃活性的影响	155
一、分类	155
二、结构	155
三、性质	156
第六节 卤代烃的制备	157
一、加成反应	157
二、取代反应	157
三、互换反应	158
第七节 重要的卤代烃	158
一、氯仿	158
二、四氯化碳	158
三、四氯乙烯	159
四、有机氟化物	159

第十章 醇、酚、醚 160

第一节 醇	160
一、醇的结构、分类和命名	160
二、醇的物理性质	161
三、醇的化学性质	162
四、醇的制备	170
五、个别化合物	170
第二节 酚	171
一、酚的结构、分类与命名	171
二、酚的物理性质	172
三、酚的化学性质	173
四、酚的制备	178
五、重要的酚	179
第三节 醚	180
一、醚的结构、分类与命名	180
二、醚的物理性质	181
三、醚的化学性质	181
四、醚的制备	182
五、重要的醚	183
第四节 硫醇与硫醚	184
一、硫醇	184
二、硫醚	186

第十一章 醛、酮、醌 188

第一节 醛和酮	188
一、醛、酮的结构、分类和命名	188
二、醛、酮的物理性质	190
三、醛、酮的化学性质	192
四、醛、酮的制备	207
五、 α, β -不饱和醛、酮	208
六、羰基加成反应的立体化学	213
七、重要的醛、酮	215
第二节 醌类化合物	216
一、醌的结构、分类与命名	216
二、苯醌的化学性质	216
三、重要的醌类化合物	218

第十二章 羧酸及羧酸衍生物 220

第一节 羧酸	220
一、羧酸的分类和命名	220
二、羧酸的物理性质	221
三、羧酸的化学性质	222
四、羧酸的制备	228
五、重要的羧酸	229
第二节 羧酸衍生物	232
一、羧酸衍生物的结构、分类和命名	232
二、羧酸衍生物的物理性质	233
三、羧酸衍生物的化学性质	235
四、碳酸衍生物	243
五、油脂、蜡和表面活性剂	247

第十三章 取代羧酸 252

第一节 取代羧酸的结构、分类和命名	252
一、结构和分类	252
二、命名	252
第二节 取代基对酸性的影响	253
第三节 卤代酸	256
一、性质	256
二、卤代酸的制备	258
三、个别化合物	259
第四节 羟基酸	260
一、醇酸	260

二、酚酸	263
第五节 羧基酸	266
一、 α -羧基酸	266
二、 β -羧基酸	266
三、乙酰乙酸乙酯	267
四、丙二酸二乙酯	270
第十四章 含氮有机化合物	273
第一节 硝基化合物	273
一、硝基化合物的分类、命名和结构	273
二、硝基化合物的物理性质	273
三、硝基化合物的化学性质	274
第二节 胺类	276
一、胺的分类和命名	276
二、胺的结构	278
三、胺的物理性质	279
四、胺的化学性质	280
五、胺的制备方法	288
六、胺的个别化合物	290
第三节 重氮盐及其性质	291
一、重氮盐的制备	291
二、苯重氮盐的结构	292
三、重氮盐的性质	292
第四节 重氮甲烷和碳烯	296
一、重氮甲烷	296
二、卡宾（碳烯）	298

第十五章 氨基酸、多肽、蛋白质	300
第一节 氨基酸	300
一、氨基酸的结构、分类与命名	300
二、 α -氨基酸的物理性质	301
三、氨基酸的化学性质	302
四、重要的氨基酸化合物	306
第二节 多肽	307
一、多肽的结构和命名	307
二、多肽的结构测定和端基分析	308
第三节 蛋白质	309

一、蛋白质的分子结构	310
二、蛋白质的性质	311
第十六章 杂环化合物	314
第一节 杂环化合物分类与命名	314
一、分类	314
二、命名与编号	315
第二节 五元杂环	317
一、含一个杂原子的五元杂环	318
二、含两个杂原子的五元杂环——唑类	324
第三节 六元杂环	326
一、含一个杂原子的六元单杂环	327
二、含一个杂原子的六元苯稠杂环——喹啉和异喹啉	331
三、含两个杂原子的六元杂环	332
第四节 稠杂环化合物	334
一、嘌呤	335
二、嘌呤衍生物	335
第五节 生物碱	336
一、生物碱的概述	336
二、重要生物碱实例	337
第十七章 糖类化合物	340
第一节 概述	340
第二节 单糖	341
一、单糖的结构	341
二、物理性质	347
三、化学性质	348
四、重要的单糖及其衍生物	352
第三节 低聚糖	354
一、还原性双糖	354
二、非还原性双糖	356
三、环糊精	357
第四节 多糖	358
一、纤维素及其衍生物	358
二、淀粉	359
三、糖原	361
四、中药中的多糖	361
五、其他多糖	363

第十八章 萜类和甾体化合物	365
第一节 萜类化合物	365
一、概述、定义、分类和命名	365
二、重要的萜类化合物	366
第二节 甾体化合物	373
一、概述	373
二、甾体化合物的立体化学	374
三、甾体化合物的命名	375

四、甾体化合物的种类	378
------------	-----

附录 符号、 计量单位及其缩写	383
------------------------	------------

主要参考书目	384
---------------	------------

第一章 绪 论

一、有机化学的研究对象与任务

有机化学的研究对象是有机化合物，有机化合物简称有机物。人们对有机化合物的认识和其他事物的认识一样，也是逐渐经历由浅入深，由表及里的过程。

在长期的生活和生产实践中，人们早已懂得利用和加工从自然界中获得的有机物，例如我国劳动人民在商、夏时代就已掌握酿酒和制醋技术。18 世纪以后，人们已能从生命体，即动物、植物中分离纯化得到尿素、草酸、甘油、吗啡等物质，这类物质与矿物质、无机盐类在性质上有很大差异，意味着自然界中除无机化合物外还有另外一类化合物的存在。由于起初这类物质是从自然界中有生命活动的动植物体内获得的，因此人们认为它是来源于动植物体内，由“生命力”影响而产生的一类物质，故称之为“有生机之物”。介于当时人们对有机体内如何形成有机物尚缺乏认识，有些学者提出了“生命力论”，认为有机物是靠神秘的“生命力”在活体内才能制造，不可能用化学方法在实验室由无机物所制得。“生命力论”在一定程度上束缚了人们的思想，阻碍有机化学的发展。19 世纪初，随着科学技术的发展，许多原来由生物体中得到的有机物可以在实验室通过人工合成的方法来获得，而无须借助于“生命力”。如 1828 年德国化学家武勒（F. Wohler），在实验室用已知的无机物氰酸钾和氯化铵反应制备氰酸铵（ NH_4OCN ）时意外合成了尿素，就说明人们可以通过化学方法由无机物制取有机物。这既是科学上的一个突破，又是对生命力论一个强有力的挑战。随后的 1845 年柯尔贝（H. Kolbe）合成了醋酸，1854 年伯赛罗（M. Besthelot）合成了脂肪，这一系列的实验使生命力论受到了彻底的冲击。由此可知，虽然有机物源自生命体，发展于生命体，离不开生命体，但近代科学的发展却说明有机化合物不一定出自生命体。因此，现在人们把不论是从有机体中取得的，还是由人工合成的这类性质类同的化合物都统称为有机化合物。所以，尽管目前仍然沿用“有机物”的名称，但它早已失去了“有生机之物”的原意。

对有机化合物的元素组成进行分析，发现有机化合物都含有碳元素，绝大多数含有氢元素，此外有些有机化合物还含有氧、氮、硫、磷、卤素等元素。因此，有机化合物可看作是碳氢化合物及其衍生物。碳氢化合物又称烃类化合物，而衍生物是指碳氢化合物分子中的一个或几个氢原子被其他原子或原子团取代而形成的化合物。所以，有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。它主要研究的是有机物的结构、性质、合成方法、应用（如分离、提取、鉴定）以及性质与结构关系等的一门科学。

含碳有机化合物的数目巨大，目前已知的含碳化合物的数量在 1000 万种以上（数目仍在不断迅速增长之中），远远超过周期表中碳元素之外的 100 多种元素所形成的化合物的数量。实际上，有机化合物和无机化合物之间并没有一个绝对的界线，它们遵循共同的变化规律，只

是在组成和性质上有所不同。有些简单的含碳化合物,如一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等,因其具有无机化合物的典型性质,通常被看成无机化合物而不在有机化学中讨论。由于有机化合物数目繁多(约占已知化合物总量的70%~80%),而且在结构和性质上具有很多独有的特点,所以作为研究有机化合物的有机化学已发展成为一门独立的学科。

有机化学的研究任务之一是分离、提取自然界中存在的各种有机物,并测定它们的结构和性质,以便加以利用。例如从中药中提取分离某些有效成分(如黄连素、青蒿素的获得),从昆虫中提取昆虫激素等。有机化学的另一研究任务是物理有机化学的研究内容,即研究有机化合物的结构与性质之间的关系、反应经历的途径、影响反应的因素等,以便控制有机反应进行的方向。有机化学的第三项研究任务是对有机合成的研究,即在确定有机化合物分子的结构并对许多有机化合物的反应有相对了解的基础上,以从自然界中容易获取的简单有机物作为原料,通过各种反应,合成各类具有不同功能的有机化合物,如维生素、药物、香料、食品添加剂、染料、新型农药、合成纤维、合成橡胶、塑料、航空航天材料等,以满足医疗保健、工农业生产、日常生活和国防建设的需要。

二、有机化学与医药学的关系

有机化学最初的涵义就是研究生物物质的化学,也即以生物体中的物质为研究对象。200多年来,有机化学已发展成为一门庞大的学科,它与生命科学密切相关,是研究医药学必不可少的一门重要的基础学科。

有机化学是开展生命科学研究的必要基础。医学的研究对象是人体的生命过程,人体是以生命物质为基础构成的。生命现象包括了生物体内无数物质分子(如蛋白质、核酸、糖、脂等生物大分子)的化学变化过程,弄清生命活动过程的机理,有赖于利用有机化学的理论和方法。生命科学的发展过程说明,有机化学理论和实验技术上的成就,为现代分子生物学的诞生和发展打下了坚实的基础,它是生命科学的有力支柱。生命科学也为有机化学的发展赋予了新的内含,充实与丰富了有机化学的研究内容。分子生物学发展史上划时代的一个标志 DNA 双螺旋结构分子模型的提出,就是基于对 DNA 分子内各种化学键的本质,特别是氢键配对有了充分了解的结果。20 世纪 90 年代后期兴起的化学生物学(也称生物有机化学)是一门用化学的理论、研究方法和手段在分子水平上探索生命科学问题的学科,是化学自觉进入生命科学领域的标志。它的产生和发展,既是有机化学和生命科学发展的必然结果,也是学科进一步发展的需要。近十几年来发展神速的“生物克隆技术”(无性繁殖的一种重要方法,即在一定的条件下复制出一群遗传性状相同的生物)以及“人体全基因组”的研究,是世界各国生物学家、医学家、化学家共同合作的杰作,它体现了多学科交叉和融合的力量。

有机化学是药学研究与药物应用的有力工具。我们临床上用于治疗疾病的大多数药物(包括合成药、生化药、天然药等),几乎都为有机化合物。因此,合理使用各类药物,充分发挥药物的临床治疗效果,避免临床上由于药物使用引起的不良反应,离不开了解及掌握药物的化学结构与性状。而临床药物开发研究中,新药的寻找及药物构效关系的研究,药物生产工艺的改进、剂型选择与加工,药物的质量控制、检测以及运输、储存及保管等,都要求药学研究者和管理者必须掌握扎实的有机化学知识。

有机化学是中药研究与创新的必备手段。中医药是我们中华民族的瑰宝,深受广大人民群众

众的欢迎。继承与发扬中医药在治疗疾病中的优势与特色,深入研究中药的作用机制,充分发挥与运用中药的特长,开发与创制临床上有效的中药新品种,是我国医药工作者义不容辞的义务与责任。临床上使用的中药方剂组成成分复杂,同一种中药出现在不同的方剂中其所起的功效不同,这与中药本身含有多种成分有关,可以说一种中药自身就是一个小的复方。中药的整个研究与使用流程,包括中药材的炮制加工、鉴定、保管,中药药效作用研究,有效成分的分离、提纯、鉴定,中药剂型的改革与中成药的质量控制以及加快中药现代化研究的进程等都离不开有机化学这一学科。因此,弄清中药治病的作用机理并开发临床上安全、有效、使用方便的中药新品种,掌握并科学运用有机化学的知识与手段就显得非常重要。

三、研究有机化合物的一般方法

有机化合物主要有两个来源:一是用化学方法进行人工合成,一是从天然的动植物机体中获得。不论是从哪个途径得到的物质,一般都含有杂质。在研究有机化合物时,首要任务就是将其分离纯化,保证达到应有的纯度。

1. 分离纯化

有机化合物的分离纯化方法很多,根据不同的需要可选择蒸馏、重结晶、升华以及色谱分离方法。

经过分离纯化的有机化合物还需要进一步检查其纯度。纯度检测的方法主要有物理方法、化学分析法和色谱法。由于纯的有机化合物的物理常数(如沸点、熔点、折光率、比旋光度)都有一定值,因此,通过测定相应的物理常数即可确定其纯度,但是,上述物理常数测定需要样品量大。化学方法是通过化学反应来分析有机物的结构,该法操作较复杂,不易进行。色谱法是利用不同化合物性质的不同(如溶解能力、吸附能力、亲和能力等),从而在固定相与流动相之间的分配不同而进行分离、分析的。包括薄层色谱(TLC)、气相色谱(GC)、液相色谱(LC)以及高效液相色谱(HPLC)等方法。随着技术手段的不断发展、完善,色谱技术由于其分析分离并用、分离效率高、分离速度快、处理样品量可多可少、自动化程度高等特点在化合物的分离、纯化和纯度鉴定等方面的应用越来越广泛。

2. 实验式和分子式的确定

有机元素是指在有机化合物中较为常见的碳、氢、氧、氮、硫、磷等元素。通过测定有机化合物中各元素的含量,可以确定化合物中各元素的组成比例,进而得出化合物的实验式和分子式。有机物的元素定量分析最早是德国化学家李比希(Freiherr Justus von Liebig)创立的。目前,有机元素分析一般都采用自动化的有机元素分析仪,常用的检测方法有:示差导热法、反应气相色谱法、电量法(库仑分析法)、电导分析法等。上述检测方法可以同时测定多种元素,除此以外,还有定氮仪、氧/硫分析仪、卤素分析仪等单个有机元素分析仪。

在元素定量分析的基础上,将各元素的质量百分含量除以相应元素的相对原子质量,求出该有机物中各元素原子的最小个数之比,即该有机物的实验式。实验式不能代表化合物的分子式,实验式仅仅表示的是分子中各元素原子的个数比,而非分子中真正所含的原子数目。只有测定出相对分子质量后,才能确定化合物的分子式。分子式与实验式是倍数关系。

传统上通常采用沸点升高或凝固点降低法等经典物理化学方法测定有机化合物的相对分子质量。现在采用的是高分辨率质谱法(MS)。质谱法的原理是待测化合物分子吸收能量(在离

NOTE