



全国中医药行业高等教育“**十二五**”规划教材



全国高等中医药院校规划教材(第九版)

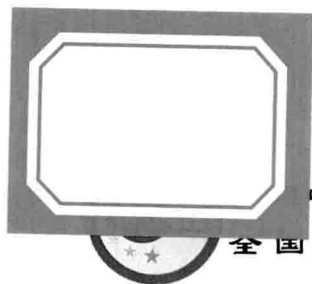
有机化学

供中药学类、药学类、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



中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材（第九版）

有机化学

（新世纪第三版）

（供中药学类、药学类、制药工程等专业使用）

主 编 林 辉（广州中医药大学）

副主编 彭 松（湖北中医药大学）

武雪芬（河南中医学院）

张淑蓉（山西中医学院）

安 飏（上海中医药大学）

陈胡兰（成都中医药大学）

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. —北京: 中国中医药出版社, 2012. 8

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5132 - 0943 - 4

I. ①有… II. ①林… III. ①有机化学 - 中医学院 - 教材 IV. ①062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 109465 号

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

河北欣航测绘院印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 27.5 彩插 0.125 字数 619 千字

2012 年 8 月第 3 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5132 - 0943 - 4

*

定价 39.00 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

书店网址 csln.net/qksd/

新浪官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第九版）

专家指导委员会

- 名誉主任委员** 王国强（卫生部副部长兼国家中医药管理局局长）
邓铁涛（广州中医药大学教授 国医大师）
- 主任委员** 李大宁（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 教授 中国工程院院士）
张伯礼（中国中医科学院院长 天津中医药大学校长 教授 中国工程院院士）
洪 净（国家中医药管理局人事教育司巡视员兼副司长）
- 委 员**（以姓氏笔画为序）
王 华（湖北中医药大学校长 教授）
王 键（安徽中医学院院长 教授）
王之虹（长春中医药大学校长 教授）
王北婴（国家中医药管理局中医师资格认证中心主任）
王亚利（河北医科大学副校长 教授）
王国辰（全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长 中国中医药出版社社长）
王省良（广州中医药大学校长 教授）
车念聪（首都医科大学中医药学院院长 教授）
石学敏（天津中医药大学教授 中国工程院院士）
匡海学（黑龙江中医药大学校长 教授）
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）
孙秋华（浙江中医药大学党委书记 教授）
严世芸（上海中医药大学教授）
李大鹏（中国工程院院士）
李玛琳（云南中医学院院长 教授）
李连达（中国中医科学院研究员 中国工程院院士）
李金田（甘肃中医学院院长 教授）
杨关林（辽宁中医药大学校长 教授）
吴以岭（中国工程院院士）

吴咸中 (天津中西医结合医院主任医师 中国工程院院士)
吴勉华 (南京中医药大学校长 教授)
肖培根 (中国医学科学院研究员 中国工程院院士)
陈可冀 (中国中医科学院研究员 中国科学院院士)
陈立典 (福建中医药大学校长 教授)
范永升 (浙江中医药大学校长 教授)
范昕建 (成都中医药大学校长 教授)
欧阳兵 (山东中医药大学校长 教授)
周 然 (山西中医学院院长 教授)
周永学 (陕西中医学院院长 教授)
周仲瑛 (南京中医药大学教授 国医大师)
郑玉玲 (河南中医学院院长 教授)
胡之璧 (上海中医药大学教授 中国工程院院士)
耿 直 (新疆医科大学副校长 教授)
高思华 (北京中医药大学校长 教授)
唐 农 (广西中医药大学校长 教授)
梁光义 (贵阳中医学院院长 教授)
程莘农 (中国中医科学院研究员 中国工程院院士)
傅克刚 (江西中医学院院长 教授)
谢建群 (上海中医药大学常务副校长 教授)
路志正 (中国中医科学院研究员 国医大师)
廖端芳 (湖南中医药大学校长 教授)
颜德馨 (上海铁路医院主任医师 国医大师)

秘 书 长

王 键 (安徽中医学院院长 教授)
洪 净 (国家中医药管理局人事教育司巡视员兼副司长)
王国辰 (全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长
中国中医药出版社社长)

办 公 室 主 任

周 杰 (国家中医药管理局人事教育司教育处处长)
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)

办公室副主任

王淑珍 (全国中医药高等教育学会教材建设研究会副秘书长
中国中医药出版社教材编辑部主任)
裴 颢 (中国中医药出版社教材编辑部副主任)

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

《有机化学》编委会

主 编 林 辉 (广州中医药大学)

副主编 彭 松 (湖北中医药大学)

武雪芬 (河南中医学院)

张淑蓉 (山西中医学院)

安 邈 (上海中医药大学)

陈胡兰 (成都中医药大学)

编 委 (以姓氏笔画为序)

万屏南 (江西中医学院)

牛丽颖 (河北医科大学)

毛近隆 (山东中医药大学)

方 方 (安徽中医学院)

邓仕任 (辽宁中医药大学)

苏 进 (北京中医药大学)

李 玲 (湖南中医药大学)

李熙灿 (广州中医药大学)

杨武德 (贵阳中医学院)

余宇燕 (福建中医药大学)

张 拴 (陕西中医学院)

张立剑 (黑龙江中医药大学)

陈 晖 (甘肃中医学院)

林玉萍 (云南中医学院)

房 方 (南京中医药大学)

赵 红 (广东药学院)

钟益宁 (广西中医药大学)

高 颖 (长春中医药大学)

前言

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材是为贯彻落实《国家中长期教育改革和规划纲要（2010—2020年）》、《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》和《中医药事业发展“十二五”规划》，依据行业人才需求和全国各高等中医药院校教育教学改革新发展，在国家中医药管理局人事教育司的主持下，由国家中医药管理局教材办公室、全国中医药高等教育学会教材建设研究会在总结历版中医药行业教材特别是新世纪全国高等中医药院校规划教材建设经验的基础上，进行统一规划建设的。鉴于由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八版，为便于了解其历史沿革，同时体现其系统性和传承性，故本套教材又可称“全国高等中医药院校规划教材（第九版）”。

本套教材坚持以育人为本，重视发挥教材在人才培养中的基础性作用，充分展现我国中医药教育、医疗、保健、科研、产业、文化等方面取得的新成就，以期成为符合教育规律和人才成长规律，并具有科学性、先进性、适用性的优秀教材。

本套教材具有以下主要特色：

1. 继续采用“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制

在规划、出版全国中医药行业高等教育“十五”、“十一五”规划教材时（原称“新世纪全国高等中医药院校规划教材”新版、新二版，亦称第七版、第八版，均由中国中医药出版社出版），国家中医药管理局制定了“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制，经过两版教材的实践，证明该运作机制符合新时期教育部关于高等教育教材建设的精神，同时也是适应新形势下中医药人才培养需求的更高效的教材建设机制，符合中医药事业培养人才的需要。因此，本套教材仍然坚持这个运作机制并有所创新。

2. 整体规划，优化结构，强化特色

此次“十二五”教材建设工作对高等中医药教育3个层次多个专业的必修课程进行了全面规划。本套教材在“十五”、“十一五”优秀教材基础上，进一步优化教材结构，强化特色，重点建设主干基础课程、专业核心课程，加强实验实践类教材建设，推进数字化教材建设。本套教材数量上较第七版、第八版明显增加，专业门类上更加齐全，能完全满足教学需求。

3. 充分发挥高等中医药院校在教材建设中的主体作用

全国高等中医药院校既是教材使用单位，又是教材编写工作的承担单位。我们发出关于启动编写“全国中医药行业高等教育‘十二五’规划教材”的通知后，各院校积极响应，教学名师、优秀学科带头人、一线优秀教师积极参加申报，凡被选中参编的教师都以积极热情、严肃认真、高度负责的态度完成了本套教材的编写任务。

4. 公开招标，专家评议，健全主编遴选制度

本套教材坚持公开招标、公平竞争、公正遴选主编原则。国家中医药管理局教材办公室和全国中医药高等教育学会教材建设研究会制订了主编遴选评分标准，经过专家评审委员会严格评议，遴选出一批教学名师、高水平专家承担本套教材的主编，同时实行主编负责制，为教材质量提供了可靠保证。

5. 继续发挥执业医师和职称考试的标杆作用

自我国实行中医、中西医结合执业医师准入制度以及全国中医药行业职称考试制度以来，第七版、第八版中医药行业规划教材一直作为考试的蓝本教材，在各种考试中发挥了权威标杆作用。作为国家中医药管理局统一规划实施的第九版行业规划教材，将继续在行业的各种考试中发挥其标杆性作用。

6. 分批进行，注重质量

为保证教材质量，本套教材采取分批启动方式。第一批于2011年4月启动中医学、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学、护理学、针刀医学6个本科专业112种规划教材。2012年下半年启动其他专业的教材建设工作。

7. 锤炼精品，改革创新

本套教材着力提高教材质量，努力锤炼精品，在继承与发扬、传统与现代、理论与实践的结合上体现了中医药教材的特色；学科定位准确，理论阐述系统，概念表述规范，结构设计更为合理；教材的科学性、继承性、先进性、启发性及教学适应性较前八版有不同程度提高。同时紧密结合学科专业发展和教育教学改革，更新内容，丰富形式，不断完善，将学科、行业的新知识、新技术、新成果写入教材，形成“十二五”期间反映时代特点、与时俱进的教材体系，确保优质教育资源进课堂，为提高中医药高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。同时，注重教材内容在传授知识的同时，传授获取知识和创造知识的方法。

综上所述，本套教材由国家中医药管理局宏观指导，全国中医药高等教育学会教材建设研究会倾力主办，全国各高等中医药院校高水平专家联合编写，中国中医药出版社积极协办，整个运作机制协调有序，环环紧扣，为整套教材质量的提高提供了保障机制，必将成为“十二五”期间全国高等中医药教育的主流教材，成为提高中医药高等教育教学质量和人才培养质量最权威的教材体系。

本套教材在继承的基础上进行了改革与创新，但在探索的过程中，难免有不足之处，敬请各教学单位、教学人员以及广大学生在使用中发现问题及时提出，以便在重印或再版时予以修正，使教材质量不断提升。

国家中医药管理局教材办公室
全国中医药高等教育学会教材建设研究会
中国中医药出版社
2012年6月

编写说明

本教材为全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材之一，遵循国家中医药管理局教材办公室、全国中医药高等教育学会教材建设研究会制订的全国中医药行业高等教育“十二五”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，根据新时期高等教育发展和中医药人才培养的需要，从专业教育和课程教学改革实际出发，对新世纪（第二版）全国高等中医药院校《有机化学》规划教材的体系、知识内容、编写体例、文字表述等进行规范完善，力求全面提高新版教材的质量。本教材供中医药院校中药类专业使用，也可供高等医药院校药学类及相关专业课程教学选用。

与新世纪（第二版）全国高等中医药院校《有机化学》规划教材对照，本版教材编写遵循学生的认知规律，从课程教学实际出发，对课程结构、知识内容、编写体例进行了如下调整：

1. 结构调整 按介绍有机化学的基本知识之后学习各类有机化合物的知识线索编排，在第一章“绪论”、第二章“有机化合物的化学键”之后按官能团体系编排各类有机化合物；将立体化学中的“旋光异构”作为单独一章安排在烃类化合物之后，各类有机化合物之前介绍；“立体化学”及“电性效应”理论知识的具体应用内容则分散到各类有机化合物的相关章节中介绍。

2. 内容调整 第二章“有机化合物的化学键”中增加了“分子间作用力及其对物质物理性质的影响”一节；删去了第十三章“取代羧酸”中的“氨基酸”一节；在第十六章“杂环化合物”中增加了“生物碱”一节。

3. 内容重写 对第一章“绪论”、第七章“旋光异构”、第九章“卤代烃”、第十七章“糖类化合物”的内容进行了重新编写，并增加了第十五章“氨基酸、多肽、蛋白质”的内容。

4. 体例统一 全书尽量统一有关名称、术语及表格、栏目、符号的表示方法，并增加附录“符号、计量单位及其缩写一览表”，以方便查阅。

5. 修正补漏 对仍保留引用上版《有机化学》的内容进行全面修正补漏，并更新了个别插图。

本教材编委会成员为全国高等中医药院校本学科的专家和经验丰富的教学骨干，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。

本教材在上版教材的基础上改进完善而成，教材质量和适用面的提高是教材编委会努力的方向和责任，但由于参与教材编写人员较多，编写水平难以达到高度一致，不足之处在所难免，敬请各高校师生和读者在使用教材中发现问题及时给予反馈，以便再版时修订提高。

《有机化学》编委会
2012 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1
一、有机化学的研究对象与任务	1
二、有机化学与医药学的关系	2
三、研究有机化合物的一般方法	3
四、有机化合物的结构及其表达式	6
五、有机化合物的特点	10
六、有机化合物的分类	12
第二章 有机化合物的化学键	14
第一节 共价键	14
一、共价键的形成	14
二、共价键的性质	21
三、共价键的断裂方式与有机反应分类	25
第二节 共振论简介	26
一、共振论的基本内容	26
二、共振结构式书写的基本原则	28
三、共振论在有机化学中的应用	28
第三节 有机化合物中的电子效应	29
一、诱导效应	29
二、共轭效应与超共轭效应	31
第四节 分子间作用力及其对物质物理性质的影响	34
一、分子间作用力及其类型	34
二、分子间作用力对物质物理性质的影响	36
第五节 有机化合物中其他类型的键合	37
一、电荷转移络合物	37
二、包合物	38
第三章 烷烃	40
一、烷烃的同系列和同分异构现象	40
二、烷烃的命名	41
三、甲烷的结构与构型	44
四、乙烷与丁烷的构象	45
五、烷烃的物理性质	47
六、烷烃的化学性质	48

七、烷烃的制备	54
八、常用烷烃	55
第四章 烯烃	56
第一节 烯烃的结构	56
一、乙烯的结构	56
二、烯烃的异构	57
第二节 烯烃的命名	58
第三节 烯烃的物理性质	59
第四节 烯烃的化学性质	60
一、加成反应	60
二、氧化反应	68
三、 α -H 的卤代反应	69
四、聚合反应	70
第五节 重要的烯烃	70
一、乙烯	70
二、丙烯	71
第五章 炔烃和二烯烃	72
第一节 炔烃	72
一、炔烃的结构	72
二、炔烃的异构与命名	73
三、炔烃的物理性质	73
四、炔烃的化学性质	74
五、炔烃的制备	78
第二节 二烯烃	79
一、二烯烃的分类和命名	79
二、共轭二烯烃的结构	80
三、共轭二烯烃的性质	80
第六章 脂环烃	88
一、脂环烃的分类及命名	88
二、脂环烃的性质	90
三、环烷烃的结构和稳定性	92
第七章 芳香烃	98
第一节 苯及其同系物	99
一、苯的结构	99
二、单环芳烃的异构和命名	102
三、单环芳烃的物理性质	103
四、单环芳烃的化学性质	104
五、重要的单环芳烃	110

第二节 苯环上取代反应的定位规律	111
一、定位基的定义	111
二、定位基的分类	112
三、定位效应的理论解释	112
四、二取代苯的定位规律	116
五、定位规律的应用	117
第三节 多环芳烃	118
一、多环芳烃的分类与命名	118
二、萘	119
三、蒽	123
四、菲	124
五、致癌芳烃	125
第四节 休克尔规则与非苯芳烃	125
一、休克尔 (E. Hückel) 规则	125
二、重要的非苯芳烃	127
第八章 旋光异构	130
第一节 旋光性与旋光度	131
一、平面偏振光与物质的旋光性	131
二、旋光仪	132
三、比旋光度	133
第二节 分子的对称因素	133
一、对称面	134
二、对称中心	134
三、对称轴	134
第二节 分子的手性	135
一、手性的概念	135
二、分子手性的判断依据	136
三、分子手性与物质旋光性的关系	136
四、手性碳原子	136
第四节 含一个手性碳的有机分子的旋光异构	137
一、对映异构与对映异构体	137
二、对映异构体间理化性质的异同	137
三、外消旋体	138
第五节 旋光异构体构型的表示方法及标记	138
一、旋光异构体构型的表示方法	138
二、分子构型的标记	140
第六节 含两个手性碳的有机分子的旋光异构	143
一、含两个不同手性碳的有机分子的旋光异构	143

二、含两个相同手性碳的有机分子的旋光异构	144
第七节 不含手性碳原子的手性分子	145
一、丙二烯型化合物	145
二、联苯型化合物	145
三、把手型化合物	146
第八节 取代环烷烃的立体异构	147
第九节 外消旋体的拆分	148
一、机械法	148
二、微生物法	148
三、诱导结晶法	149
四、选择吸附法	149
五、化学法	149
第九章 卤代烃	150
第一节 卤代烃的分类和命名	150
一、分类	150
二、命名	150
第二节 卤代烃的物理性质	151
第三节 卤代烃的化学性质	153
一、亲核取代反应	153
二、消除反应	153
三、与金属的反应	154
四、还原反应	156
第四节 亲核取代反应与消除反应的历程	157
一、亲核取代反应历程	157
二、影响亲核取代反应的因素	160
三、消除反应历程	162
四、亲核取代与消除反应的竞争	164
第五节 双键位置对卤素活泼性的影响	167
一、分类	167
二、结构	168
三、性质	169
第六节 卤代烃的制备	169
一、加成反应	169
二、取代反应	170
三、互换反应	170
第七节 重要的卤代烃	171
一、氯仿	171
二、四氯化碳	171

三、四氯乙烯	171
四、有机氟化物	171
第十章 醇、酚、醚	173
第一节 醇	173
一、醇的结构、分类和命名	173
二、醇的物理性质	174
三、醇的化学性质	175
四、醇的制备	183
五、个别化合物	184
第二节 酚	185
一、酚的结构、分类与命名	185
二、酚的物理性质	186
三、酚的化学性质	187
四、酚的制备	193
五、重要的酚	194
第三节 醚	195
一、醚的结构、分类与命名	195
二、醚的物理性质	196
三、醚的化学性质	196
四、醚的制备	198
五、重要的醚	198
第四节 硫醇与硫醚	200
一、硫醇	200
二、硫醚	202
第十一章 醛、酮、醌	204
第一节 醛和酮	204
一、醛、酮的结构、分类和命名	204
二、醛、酮的物理性质	207
三、醛、酮的化学性质	208
四、醛、酮的制备	224
五、 α , β -不饱和醛、酮	226
六、羰基加成反应的立体化学	232
七、重要的醛、酮	234
第二节 醌类化合物	235
一、醌的结构、分类与命名	235
二、苯醌的化学性质	236
三、重要的醌类化合物	238

第十二章 羧酸及羧酸衍生物	239
第一节 羧酸	239
一、羧酸的分类和命名	239
二、羧酸的物理性质	240
三、羧酸的化学性质	241
四、羧酸的制备	248
五、重要的羧酸	250
第二节 羧酸衍生物	252
一、羧酸衍生物的结构、分类和命名	252
二、羧酸衍生物的物理性质	254
三、羧酸衍生物的化学性质	256
四、碳酸衍生物	264
五、油脂、蜡和表面活性剂	269
第十三章 取代羧酸	275
第一节 取代羧酸的结构、分类和命名	275
一、结构和分类	275
二、命名	275
第二节 取代基对酸性的影响	277
第三节 卤代酸	280
一、性质	280
二、卤代酸的制备	282
三、个别化合物	283
第四节 羟基酸	283
一、醇酸	284
二、酚酸	287
第五节 羧基酸	290
一、 α -羧基酸	290
二、 β -羧基酸	291
三、乙酰乙酸乙酯	291
四、丙二酸二乙酯	296
第十四章 含氮有机化合物	299
第一节 硝基化合物	299
一、硝基化合物的分类、命名和结构	299
二、硝基化合物的物理性质	300
三、硝基化合物的化学性质	300
第二节 胺类	303
一、胺的分类和命名	303
二、胺的结构	304

三、胺的物理性质	305
四、胺的化学性质	306
五、胺的制备方法	316
六、胺的个别化合物	318
第三节 重氮盐及其性质	319
一、重氮盐的制备	319
二、苯重氮盐的结构	320
三、重氮盐的性质	320
第四节 重氮甲烷和碳烯	325
一、重氮甲烷	325
二、卡宾(碳烯)	326
第十五章 氨基酸、多肽、蛋白质	329
第一节 氨基酸	329
一、氨基酸的结构、分类与命名	329
二、 α -氨基酸的物理性质	330
三、氨基酸的化学性质	332
四、重要的氨基酸化合物	336
第二节 多肽	337
一、多肽的结构和命名	337
二、多肽的结构测定和端基分析	338
第三节 蛋白质	339
一、蛋白质的分子结构	340
二、蛋白质的性质	341
第十六章 杂环化合物	344
第一节 杂环化合物分类与命名	344
一、分类	344
二、命名与编号	345
第二节 五元杂环	348
一、含一个杂原子的五元杂环	348
二、含两个杂原子的五元杂环——唑类	355
第三节 六元杂环	357
一、含一个杂原子的六元单杂环	358
二、含一个杂原子的六元苯稠杂环——喹啉和异喹啉 ...	362
三、含两个杂原子的六元杂环	364
第四节 稠杂环化合物	366
一、嘌呤	366
二、嘌呤衍生物	367