



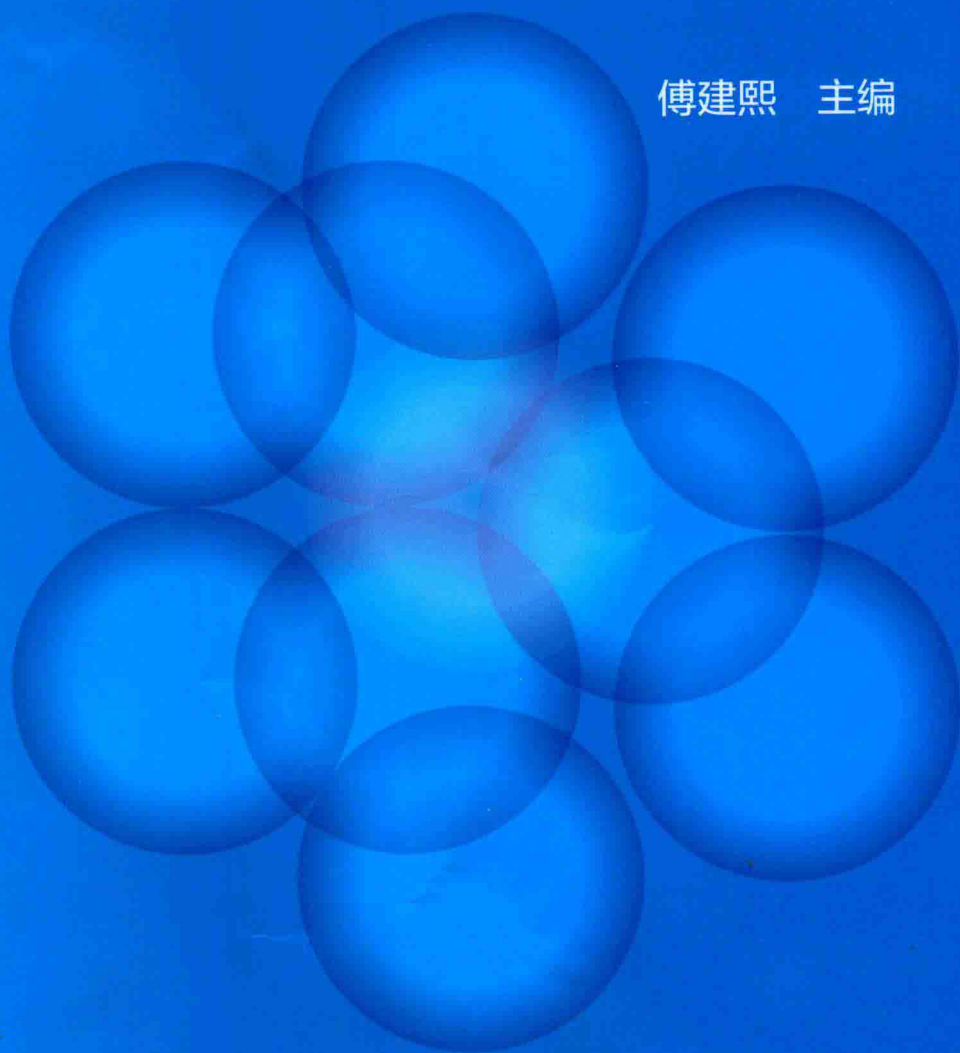
"十二五"普通高等教育本科国家级规划教材

有机化学

——结构和性质相关分析与功能

(第四版)

傅建熙 主编



高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

有机化学

——结构和性质相关分析与功能

(第四版)

傅建熙 主编



高等教育出版社·北京

内容提要

本书是面向 21 世纪课程教材、普通高等教育“十一五”国家级规划教材和“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本书以“有机化合物构性相关理论”为主线建立起以培养能力为中心和以解析为基础的有机化学新体系,突出了有机化合物结构和性质的相关性,对各类有机化合物进行了较为详细的构性相关分析。全书共分十六章。同第三版相比,增加了“本章内容提要”与“习题参考答案”;对原有各章的内容都做了适当的调整和修改。

读者可通过扫描书中二维码获得相关学习内容。

本书可作为高等农林院校非化学化工类专业本科生的有机化学课程教材,也可供其他院校有兴趣对有机化合物构性关系做进一步了解的读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学:结构和性质相关分析与功能/傅建熙主
编.--4 版.--北京:高等教育出版社,2018.3
ISBN 978-7-04-049309-2

I. ① 有… II. ① 傅… III. ① 有机化学-高等学校-
教材 IV. ① O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 014500 号

Youji Huaxue—Jiegou He Xingzhi Xiangguan Fenxi Yu Gongneng

策划编辑 郭新华	责任编辑 郭新华	封面设计 王 鹏	版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹	责任校对 高 歌	责任印制 耿 轩	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 27
字 数 650 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
网上订购	http://www.hepmall.com.cn http://www.hepmall.com http://www.hepmall.cn
版 次	2000 年 12 月第 1 版 2018 年 3 月第 4 版
印 次	2018 年 3 月第 1 次印刷
定 价	53.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 49309-00



面向21世纪课程教材



普通高等教育“十一五”
国家级规划教材



“十二五”普通高等教育
本科国家级规划教材

编写委员会成员

主 编 傅建熙
副主编 刘汉兰 王 春 周文明
廉宜君 王俊儒
编 委 (按姓氏笔画顺序排序)
白红进 江 洪 刘卉闵
李炳奇 周 乐 高书涛

第 四 版 序

本书于 2014 年被评为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,对此,我们广泛地征求了编委和读者的意见,以对教材内容做更加合理的增减和完善。本书第一版和第三版先后获得了“陕西省优秀教材一等奖”,课程体系与内容取舍都得到了读者和社会的肯定,所以在第四版的修订中,仍然保留了对教学行之有效的创新体系,这一体系是促进有机化学由感性认识向理性认识发展的重要举措,也是本书获得成功的原因。同时,应用和推广这一体系也是推进有机化学向科学性、规律性和系统性发展的努力。

因本书是为满足生物学科基础教学的需要,所以内容不宜过于庞杂。此次修订除更正了内容和习题中的错误外,各章增加了“本章内容提要”与“习题参考答案”,其中“习题参考答案”以二维码形式附于各章习题之后,使用时扫描二维码即可获得相关内容。

我们对所有使用本书并对本书提出批评和建议的读者表示衷心感谢。这些批评和建议使本书得以进一步完善。

编者

2017 年 9 月

第 三 版 序

本书第三版在保留原书编排体系的基础上,根据有机化学的最新发展和教学需要,对第二版进行了修改和适当增减。

有机化学的核心问题是阐明有机化合物的构性关系。为了突出这一问题,本版减少了第二版第一章的内容和篇幅,增加了第二章“有机化合物的结构本质及构性关系”,特别是对每章中的构性相关分析一节又做了新的审视、研究和补充,使其更加符合现今人们对有机化合物的认识规律,更加符合培养学生科学素质的需要。本版由西北农林科技大学、河北农业大学、华中农业大学、石河子大学和塔里木大学五所高等院校的 12 名教师共同修订。

最后,借此机会再一次诚挚地向关心本书的有关专家和读者表示衷心的感谢!诚恳地希望继续提出批评和建议。

编者

2010 年 3 月

第 二 版 序

本书第一版于 2000 年出版。在 4 年的教学使用过程中,不少读者对本书提出了一些希望、批评和建议。这次再版时,我们尽可能地采纳了这些意见,保持了第一版中的编排体系和基本内容,修正了第一版中出现的错误和缺点。为了便于读者学习起见,第二章中把紫外光谱和质谱的编排次序做了变动,由于环糊精在食品、医药和化工上的应用日益广泛,为使读者对环糊精有所了解,所以在第十三章低聚糖中增加了环糊精一节;其他各章也有不同程度的变化。当然我们希望通过这次修改使这本教材变得更完善一些,适用性和针对性更强一些,但是限于编者水平,再版也难免错误和缺点,恳切希望读者予以批评、指正。

最后,借此机会诚挚地向关心本书的有关专家和读者表示衷心的感谢!

编者

2004 年 12 月

第一版序

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”中高等农林院校本科化学系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践课题的研究成果之一。因此,本书在编写的指导思想、编排体系和教学内容上都有较大的变革。这些变革主要体现在以下五个方面:

1. 把培养学生的能力放在编写教材的首位,自始至终以此作为课程体系改革、选择和安排教材内容的宗旨。

2. 引入了“有机化合物构性相关规则”,并以此理论为主线,首次在有机化学中建立起了以培养能力为中心和以解析为基础的新的编排体系。

3. 首次将“构性相关分析”应用在有机化学中,并对各类有机化合物进行了较系统的构性相关分析,从而有利于提高读者分析问题和解决问题的能力。

4. 根据构性相关分析的结果,把各类有机化合物(除烃外)的化学性质都归纳总结为三大类:官能团的反应,烃基的反应,官能团和烃基共同参与的反应。这不但增强了有机化学的科学性、规律性和系统性,而且有利于提高读者的归纳综合能力。

5. 重视介绍和总结有机化学中的规律,有利于读者“触类旁通”地学习有机化学知识,并引导读者在有机化学学习和研究中发挥创新能力。

面对有机化合物数量与日俱增的现实和 21 世纪人才素质需求方面的挑战,本书在教学内容和课程体系上的变革无疑是对传统的有机化学教材编写指导思想的一种突破,也是有机化学教学上的一种创新。五所高等农林院校的教学实践证明,这些变革不但有利于教师进行启发式教学,而且有助于学生克服“死记硬背”的学习方法,并能有效地提高他们的学习效率和学习成绩。

本书是由西北农林科技大学、中国农业大学、河北农业大学、华中农业大学和石河子大学等五所高等院校的十位教师共同编写的。按照教育部对“面向 21 世纪课程教材”的要求,本书起点较高,特别是注意了它的思想性、先进性和逻辑性。另外,为了适应农、林、水高等院校和其他生物学科各专业本科生的实际需要,本教材在编排方式和编写技巧上力求做到由浅入深、循序渐进和适用性强,同时,也注意了概念清晰、准确,语言文字简练、易懂。

本书在编写过程中,教育部高等农林院校本科化学系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践课题主持人、中国农业大学朱寿珩教授给予了很大的关心和支持,并提出了宝贵意见,西北农林科技大学龚报森教授和北京医科大学张珮瑛教授予以审稿,在此一并表示感谢。

限于编者水平,错误难免,恳切希望读者批评指正。

编者

2000 年 5 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 有机化学的研究对象	1
第二节 有机化合物的特性	2
第三节 有机化合物的结构式及其表示方法	4
第四节 有机化学与农林科学的关系	6
本章内容提要	7
习题	7
习题参考答案	8
第二章 有机化合物的结构本质及构性关系	9
第一节 构成有机化合物的化学键	9
第二节 共价键的属性	15
第三节 电负性和键的极性	16
第四节 共价键的均裂和异裂	18
第五节 有机化合物分子中的官能团和有机化合物的分类	19
第六节 酸碱的电子理论	21
第七节 分子间的作用力	21
第八节 有机化合物构性相关理论	23
第九节 有机化合物构性相关分析的解析程序	24
本章内容提要	26
习题	26
习题参考答案	27
第三章 波谱法及其在有机化学中的应用	28
第一节 电磁波和吸收光谱	28
第二节 紫外光谱(UV)	29
第三节 红外光谱(IR)	32
第四节 核磁共振氢谱(^1H NMR)	36
第五节 质谱(MS)	44
本章内容提要	47
习题	48
习题参考答案	49
第四章 开链烃	50
I. 烷烃	50

第一节 烷烃的命名	50
第二节 烷烃的异构现象和构象	53
第三节 烷烃的构性相关分析	56
第四节 烷烃的性质	57
第五节 烷烃的波谱分析	61
II. 烯烃和炔烃	61
第六节 烯烃和炔烃的分类及命名	61
第七节 烯烃和炔烃的同分异构现象	63
第八节 烯烃和炔烃的构性相关分析	65
第九节 烯烃和炔烃的性质	70
第十节 烯烃和炔烃的波谱分析	79
第十一节 共轭二烯烃及其反应性能	80
第十二节 萜类	83
III. 工农业生产中重要的烃类	88
第十三节 石油及其加工产品	88
第十四节 乙烯和植物的内源激素	89
本章内容提要	90
习题	90
习题参考答案	93
第五章 环烃	94
I. 脂环烃	94
第一节 脂环烃的命名	94
第二节 环烷烃的构性相关分析	96
第三节 环烷烃的性质	98
第四节 环烷烃的立体化学	100
II. 芳香烃	103
第五节 芳香烃的分类和命名	103
第六节 苯的构性相关分析	104
第七节 单环芳香烃的性质	108
第八节 取代苯的定位规律	113
第九节 稠环芳香烃	117
第十节 芳香性及休克尔规则	119
第十一节 芳香烃的波谱分析	121
本章内容提要	121
习题	122
习题参考答案	124
第六章 旋光异构	125
第一节 物质的旋光性	125

第二节 旋光性与分子结构的关系	127
第三节 含手性碳原子化合物的旋光异构	129
第四节 不含手性碳原子化合物的旋光异构	133
第五节 旋光异构体的性质	134
第六节 某些有机化学反应中的立体化学	135
本章内容提要	137
习题	138
习题参考答案	139
第七章 卤代烃	140
第一节 卤代烃的分类和命名	140
第二节 卤代烃的构性相关分析	141
第三节 卤代烃的性质	143
第四节 卤代烃的波谱分析	150
第五节 卤原子的化学活泼性与卤代烃结构的关系	151
第六节 卤代烃的代表化合物	153
本章内容提要	154
习题	154
习题参考答案	156
第八章 醇、酚、醚	157
I. 醇	157
第一节 醇的分类和命名	157
第二节 醇的构性相关分析	159
第三节 醇的性质	161
第四节 醇的代表化合物	168
II. 酚	170
第五节 酚的分类和命名	170
第六节 酚的构性相关分析	170
第七节 酚的性质	173
第八节 酚的代表化合物	177
第九节 醇和酚的波谱分析	179
III. 醚	179
第十节 醚的分类和命名	179
第十一节 醚的构性相关分析	180
第十二节 醚的性质	181
第十三节 醚的代表化合物	184
本章内容提要	186
习题	187
习题参考答案	188

第九章 醛、酮、醌	189
I. 醛和酮	189
第一节 醛和酮的分类和命名	189
第二节 醛和酮的构性相关分析	191
第三节 醛和酮的性质	195
第四节 醛和酮的波谱分析	206
第五节 醛和酮的代表化合物	207
II. 醌	208
第六节 醌的命名	208
第七节 醌的构性相关分析	209
第八节 醌的化学性质	210
第九节 醌的代表化合物	211
本章内容提要	213
习题	213
习题参考答案	216
第十章 羧酸、羧酸衍生物和取代酸	217
I. 羧酸	217
第一节 羧酸的分类和命名	217
第二节 羧酸的构性相关分析	218
第三节 羧酸的性质	221
第四节 羧酸的波谱分析	227
第五节 羧酸的代表化合物	228
II. 羧酸衍生物	230
第六节 羧酸衍生物的命名	231
第七节 羧酸衍生物的性质	231
第八节 羧酸衍生物的代表化合物	236
III. 取代酸	240
第九节 取代酸的命名	240
第十节 取代酸的性质	242
第十一节 取代酸的代表化合物	245
本章内容提要	248
习题	249
习题参考答案	251
第十一章 含氮有机化合物	252
I. 胺类	252
第一节 胺的分类和命名	252
第二节 胺的构性相关分析	253
第三节 胺的性质	256

第四节 胺的波谱分析	262
第五节 胺的代表化合物	262
II. 重氮化合物和偶氮化合物	265
第六节 重氮盐的反应	265
第七节 偶氮染料和酸碱指示剂	267
第八节 有机化合物的颜色与分子结构的关系	268
本章内容提要	269
习题	270
习题参考答案	271
第十二章 含硫和含磷有机化合物	272
I. 含硫有机化合物	272
第一节 含硫有机化合物的分类和命名	272
第二节 硫醇和硫酚	274
第三节 磺酸	276
第四节 磺胺类药物	277
第五节 有机硫抑菌剂	278
第六节 离子交换树脂	280
II. 含磷有机化合物	281
第七节 含磷有机化合物的分类和命名	281
第八节 膦酸和膦酸酯类化合物	283
第九节 磷酸酯类和硫代磷酸酯类化合物	284
本章内容提要	285
习题	286
习题参考答案	287
第十三章 杂环化合物及生物碱	288
I. 杂环化合物	288
第一节 杂环化合物的分类和命名	288
第二节 单环杂环化合物的构性相关分析	290
第三节 单环杂环化合物的性质	295
第四节 重要的杂环衍生物	299
II. 生物碱	307
第五节 生物碱概述	307
第六节 生物碱的一般性质	308
第七节 生物碱的代表化合物	309
本章内容提要	311
习题	311
习题参考答案	313

第十四章 糖类	314
I. 单糖	314
第一节 单糖的结构	315
第二节 单糖的构性相关分析	320
第三节 单糖的性质	324
第四节 重要的单糖及其衍生物	333
II. 低聚糖	336
第五节 还原性二糖	336
第六节 非还原性二糖	337
第七节 环糊精	338
III. 多糖	339
第八节 均多糖	340
第九节 杂多糖	344
本章内容提要	346
习题	347
习题参考答案	348
第十五章 氨基酸、蛋白质和核酸	349
I. α -氨基酸	349
第一节 α -氨基酸的分类和命名	349
第二节 氨基酸的构性相关分析	352
第三节 氨基酸的性质	354
II. 蛋白质	361
第四节 蛋白质的元素组成及分类	361
第五节 蛋白质的结构	363
第六节 蛋白质的性质	365
III. 核酸	369
第七节 核酸的组成	369
第八节 核酸的性质	372
本章内容提要	373
习题	374
习题参考答案	376
第十六章 油脂和类脂化合物	377
I. 油脂	377
第一节 油脂的结构和组成	377
第二节 油脂的构性相关分析	380
第三节 油脂的性质	381
II. 类脂化合物	383
第四节 磷脂	383

第五节 蜡	384
第六节 甾族化合物	385
III. 肥皂及表面活性剂	389
第七节 肥皂及其乳化作用	389
第八节 合成表面活性剂	390
本章内容提要	391
习题	392
习题参考答案	392
主要参考文献	393
人名索引	395
名词索引	397

绪 论

有机化学的名称是 1806 年由瑞典化学家柏采利乌斯 (Berzelius J) 提出来的。按照他的想法,有机化学的研究对象是有机化合物,而有机化合物是动植物细胞借助“生命力”的作用产生的,没有“生命力”而用人为了的力量是不能合成出来的。这种“生命力”学说在化学界占统治地位近半个世纪,禁锢了化学家的思维,阻碍了化学科学的发展。然而,人类对世界的认识是不断前进的,随着韦勒 (Wöhler F) 在 1828 年由氰酸铵合成了尿素、柯尔贝 (Kolbe H) 在 1845 年合成了醋酸、柏塞洛 (Berthelot M) 在 1854 年合成了油脂,以及随后许多新的有机化合物被陆续合成出来,说明了有机化合物的产生和存在绝不仅限于生命过程,绝不是“生命力”作用的结果,因此,人们逐渐屏弃了“生命力”学说,有机化学和有机化合物也随之获得了科学的新内涵。

第一节 有机化学的研究对象

自然界的化合物按其组成和性质的异同在化学上可以分为两大类:一类为无机化合物,一类为有机化合物。像我们以前所认识的盐酸、氢氧化钠、氧化镁、氯化钠、碳酸氢钠、碳酸钙等都属于无机化合物。而像我们吃的饭菜、穿的衣服和鞋袜、用的纸张,以及大多数中西药物等都是有机化合物构成的。在自然界,有机化合物不但广泛存在,而且同人类的关系极为密切,其密切的程度可以引用恩格斯 (Engels F) 的一句名言来说明:“生命是蛋白质存在的一种形式”,而蛋白质又是什么呢?正是有机化合物。近几十年发展起来的“分子生物学”进一步说明,生命现象是分子(主要是有机分子)的形成、运动及变化的过程,所以一切生物过程都离不开有机化合物。随着合成化学的发生和发展,人们可以用无机的或有机的原料合成出自然界存在的或不存在的许多有机化合物。例如,甲醇、苯胺、塑料、合成纤维、合成药物、合成香料和染料等千百万种有机化合物都是由人工合成的。

那么,什么叫有机化合物呢?在科学地回答这个问题之前,我们首先应该知道有机化合物是由哪些元素组成的。

一些简单的有机化合物,例如,甲烷(CH_4)、乙烯(C_2H_4)、乙炔(C_2H_2)、苯(C_6H_6)、四氯化碳(CCl_4)、氯乙烯($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$)、酒精($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)、醋酸($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$)、葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)等都是我们所熟悉的。这些化合物的元素组成有一个共同特点:都含有碳元素。所以格美林 (Gmelin L) 等认为,有机化合物就是碳的化合物,有机化学是研究碳化合物的化学。但是一氧化碳、二氧化碳和碳酸盐