



全国普通高等中医药院校药类专业“十三五”规划教材  
(第二轮规划教材)

供中药学、药学、制药技术、制药工程及相关专业使用

# 有机化学学习指导

(第2版)

主编◎赵骏 杨武德



中国健康传媒集团  
中国医药科技出版社

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

# 有机化学学习指导

## （第2版）

（供中药学、药学、制药技术、制药工程及相关专业使用）

主 编 赵 骏 杨武德

副主编 钟益宁 黄家卫 陈胡兰 沈 琤

房 方 尹 飞 张园园

编 者 （以姓氏笔画为序）

王新灵（河南中医药大学）

尹 飞（天津中医药大学）

李 玲（湖南中医药大学）

沈 琤（湖北中医药大学）

张京玉（河南中医药大学）

陈胡兰（成都中医药大学）

林玉萍（云南中医学院）

郑 彧（辽宁中医药大学）

赵 骏（天津中医药大学）

施小宁（甘肃中医药大学）

徐秀玲（浙江中医药大学）

黄家卫（浙江中医药大学）

寇晓娣（天津中医药大学）

方 方（安徽中医药大学）

杨武德（贵阳中医学院）

邹海舰（云南中医学院）

张园园（北京中医药大学）

张淑蓉（山西中医药大学）

陈晓东（江西中医药大学）

罗国勇（贵阳中医学院）

房 方（南京中医药大学）

钟益宁（广西中医药大学）

彦 权（陕西中医药大学）

高 颖（长春中医药大学）

盛文兵（湖南中医药大学）

蔡梅超（山东中医药大学）



中国健康传媒集团  
中国医药科技出版社

## 内 容 提 要

本教材是“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材（第二轮规划教材）”《有机化学》的配套教材。本书配合《有机化学》理论的各章内容，单独列出习题及参考答案，并将参编各院校近年来本科生结课考试题、研究生入学考试题及参考答案一同编入，供学生提高综合练习能力以及研究生入学考试复习时参考。

本教材实用性强，主要供高等院校中药学、药学、制药技术、制造工程及相关专业使用，也可作为医药行业考试与培训的参考用书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学学习指导 / 赵骏, 杨武德主编. —2 版. —北京: 中国医药科技出版社, 2018. 8

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材 (第二轮规划教材)

ISBN 978-7-5214-0263-6

I. ①有… II. ①赵… ②杨… III. ①有机化学-中医学院-教学参考资料 IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 097861 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 诚达誉高

出版 中国健康传媒集团 | 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 [www.cmstp.com](http://www.cmstp.com)

规格 889×1194mm 1/16

印张 16

字数 396 千字

初版 2015 年 1 月第 1 版

版次 2018 年 8 月第 2 版

印次 2018 年 8 月第 1 次印刷

印刷 三河市腾飞印务有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5214-0263-6

定价 42.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

## 编写委员会

主任委员 彭 成（成都中医药大学）

副主任委员 朱 华（广西中医药大学）

杨 明（江西中医药大学）

冯卫生（河南中医药大学）

刘 文（贵阳中医学院）

彭代银（安徽中医药大学）

邱智东（长春中医药大学）

委 员（以姓氏笔画为序）

王 建（成都中医药大学）

文红梅（南京中医药大学）

邓 赧（成都中医药大学）

池玉梅（南京中医药大学）

严 琳（河南大学）

杨 云（云南中医学院）

杨武德（贵阳中医学院）

李小芳（成都中医药大学）

吴 虹（安徽中医药大学）

吴啟南（南京中医药大学）

何 宁（天津中医药大学）

张 梅（成都中医药大学）

张朔生（山西中医药大学）

陈振江（湖北中医药大学）

周长征（山东中医药大学）

郑里翔（江西中医药大学）

胡 明（四川大学）

郭 力（成都中医药大学）

容 蓉（山东中医药大学）

巢建国（南京中医药大学）

蒋桂华（成都中医药大学）

傅超美（成都中医药大学）

裴 瑾（成都中医药大学）

王诗源（山东中医药大学）

尹 华（浙江中医药大学）

史亚军（陕西中医药大学）

许 军（江西中医药大学）

严铸云（成都中医药大学）

杨怀霞（河南中医药大学）

李 峰（山东中医药大学）

李学涛（辽宁中医药大学）

吴培云（安徽中医药大学）

吴锦忠（福建中医药大学）

张 丽（南京中医药大学）

张师愚（天津中医药大学）

陆兔林（南京中医药大学）

金传山（安徽中医药大学）

周玖瑶（广州中医药大学）

赵 骏（天津中医药大学）

夏厚林（成都中医药大学）

郭庆梅（山东中医药大学）

康文艺（河南大学）

彭 红（江西中医药大学）

韩 丽（成都中医药大学）

曾 南（成都中医药大学）

# 全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

## 出版说明

“全国普通高等中医药院校药学类‘十二五’规划教材”于2014年8月至2015年初由中国医药科技出版社陆续出版，自出版以来得到了各院校的广泛好评。为了更新知识、优化教材品种，使教材更好地服务于院校教学，同时为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》《“十三五”国家药品安全规划》《中医药发展战略规划纲要（2016-2030年）》等文件精神，培养传承中医药文明，具备行业优势的复合型、创新型高等中医药院校药学类专业人才，在教育部、国家药品监督管理局的领导下，在“十二五”规划教材的基础上，中国健康传媒集团·中国医药科技出版社组织修订编写“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材（第二轮规划教材）”。

本轮教材建设，旨在适应学科发展和食品药品监管等新要求，进一步提升教材质量，更好地满足教学需求。本轮教材吸取了目前高等中医药教育发展成果，体现了涉药类学科的新进展、新方法、新标准；旨在构建具有行业特色、符合医药高等教育人才培养要求的教材建设模式，形成“政府指导、院校联办、出版社协办”的教材编写机制，最终打造我国普通高等中医药院校药学类专业核心教材、精品教材。

本轮教材包含47门，其中39门教材为新修订教材（第2版），《药理学思维导图与学习指导》为本轮新增加教材。本轮教材具有以下主要特点。

### 一、教材顺应当前教育改革形势，突出行业特色

教育改革，关键是更新教育理念，核心是改革人才培养体制，目的是提高人才培养水平。教材建设是高校教育的基础建设，发挥着提高人才培养质量的基础性作用。教材建设以服务人才培养为目标，以提高教材质量为核心，以创新教材建设的体制机制为突破口，以实施教材精品战略、加强教材分类指导、完善教材评价选用制度为着力点。为适应不同类型高等学校教学需要，需编写、出版不同风格和特色的教材。而药学类高等教育的人才培养，有鲜明的行业特点，符合应用型人才培养的条件。编写具有行业特色的规划教材，有利于培养高素质应用型、复合型、创新型人才，是高等医药院校教育教学改革的体现，是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》的体现。

### 二、教材编写树立精品意识，强化实践技能培养，体现中医药院校学科发展特色

本轮教材建设对课程体系进行科学设计，整体优化；对上版教材中不合理的内容框架进行适当调整；内容（含法律法规、食品药品标准及相关学科知识、方法与技术等）上吐故纳新，实现了基础学科与专业学科紧密衔接，主干课程与相关课程合理配置的目标。编写过程注重突出中医药院校特色，适当融入中医药文化及知识，满足21世纪复合型人才培养的需要。

参与教材编写的专家以科学严谨的治学精神和认真负责的工作态度，以建设有特色的、教师易用、学生易学、教学互动、真正引领教学实践和改革的精品教材为目标，严把编写各个环节，确保教材建设质量。

### 三、坚持“三基、五性、三特定”的原则，与行业法规标准、执业标准有机结合

本轮教材修订编写将培养高等中医药院校应用型、复合型药学类专业人才必需的基本知识、基本理论、基本技能作为教材建设的主体框架，将体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性、适用性作为教材建设灵魂，在教材内容上设立“要点导航”“重点小结”模块对其加以明确；使“三基、五性、三特定”有机融合，相互渗透，贯穿教材编写始终。并且，设立“知识拓展”“药师考点”等模块，与《国家执业药师资格考试考试大纲》、新版《药品生产质量管理规范》(GMP)、《药品经营质量管理规范》(GSP)紧密衔接，避免理论与实践脱节，教学与实际工作脱节。

### 四、创新教材呈现形式，书网融合，使教与学更便捷、更轻松

本轮教材全部为书网融合教材，即纸质教材与数字教材、配套教学资源、题库系统、数字化教学服务有机融合。通过“一书一码”的强关联，为读者提供全免费增值服务。按教材封底的提示激活教材后，读者可通过PC、手机阅读电子教材和配套课程资源（“扫码学一学”，轻松学习PPT课件；“扫码练一练”，随时做题检测学习效果），并可在线进行同步练习，实时反馈答案和解析。同时，读者也可以直接扫描书中二维码，阅读与教材内容关联的课程资源，从而丰富学习体验，使学习更便捷。教师可通过PC在线创建课程，与学生互动，开展在线课程内容定制、布置和批改作业、在线组织考试、讨论与答疑等教学活动，学生通过PC、手机均可实现在线作业、在线考试，提升学习效率，使教与学更轻松。此外，平台尚有数据分析、教学诊断等功能，可为教学研究与管理提供技术和数据支撑。

本套教材的修订编写得到了教育部、国家药品监督管理局相关领导、专家的大力支持和指导；得到了全国高等医药院校、部分医药企业、科研机构专家和教师的支持和积极参与，谨此，表示衷心的感谢！希望以教材建设为核心，为高等医药院校搭建长期的教学交流平台，对医药人才培养和教育教学改革产生积极的推动作用。同时精品教材的建设工作漫长而艰巨，希望各院校师生在教学过程中，及时提出宝贵的意见和建议，以便不断修订完善，更好地为药学教育事业发展和保障人民用药安全服务！

中国医药科技出版社  
2018年6月

# 前 言

《有机化学学习指导》(第2版)一书是“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材(第二轮规划教材)”《有机化学》配套教材。本书配合《有机化学》(第2版)理论的各章内容,单独列出习题及参考答案,并将参编各院校近年来本科生结课考试题、研究生入学考试题及参考答案一同编入。目的是促进各院校师生相互学习,共同提高;满足参加全国硕士研究生入学考试的需要,提高学生的综合解题能力。

2017年中国化学会有机化合物命名审定委员会对1980年《有机化合物命名原则》做了更新修订,《有机化学学习指导》(第2版)修订主要依据2017年增补修订的《有机化合物命名原则》规定,对各章习题、本科生、硕士生入学考试题及参考答案中的命名题都做了相应修订。并对一些习题做了增减修改,替换几套本科生、硕士生入学考试题。

学生对大学有机化学课程的理解可能并不很难,但在运用所学知识时常遇到问题,多做习题是掌握和巩固有机化学知识、解决上述问题的有效方法之一,尤其对于初学者更是如此。本书对有机化学各类型题做了解题方法思路分析,以帮助学生理解掌握解题规律。另外,本书所收集的习题面较广,少数习题难度较大,目的是使学生通过解答习题得到一些课外知识补充。

由于编写时间仓促,编者水平有限,教材中可能会出现一些不妥之处,敬请各校师生批评指正,以使本教材质量不断提高。

编 者  
2018年6月

# 目 录

## 第一篇 有机化学常见题型解题思路分析

分析一 有机化合物的命名 .....	1
分析二 有机化合物的鉴别和分离 .....	7
分析三 完成有机化学反应 .....	9
分析四 有机化学反应机理 .....	11
分析五 有机化合物合成 (制备) .....	14
分析六 推导有机化合物结构 .....	16
分析七 分析比较及排序有机化合物 .....	19

## 第二篇 各章习题

第一章 绪论 .....	20
第二章 烷烃 .....	21
第三章 烯烃 .....	22
第四章 炔烃和二烯烃 .....	25
第五章 脂环烃 .....	27
第六章 芳香烃 .....	29
第七章 立体化学 .....	31
第八章 卤代烃 .....	33
第九章 醇、酚、醚 .....	35
第十章 醛、酮 .....	36
第十一章 羧酸 .....	38
第十二章 羧酸衍生物 .....	40

第十三章 碳负离子反应及在合成中的应用 .....	42
第十四章 糖类化合物 .....	44
第十五章 胺类化合物 .....	49
第十六章 杂环化合物 .....	51
第十七章 萜类和甾体化合物 .....	52
第十八章 周环反应 .....	55

### 第三篇 本科期末考试试卷

试卷一 .....	57
试卷二 .....	59
试卷三 .....	64
试卷四 .....	67
试卷五 .....	71
试卷六 .....	76
试卷七 .....	81
试卷八 .....	84
试卷九 .....	87
试卷十 .....	92
试卷十一 .....	95
试卷十二 .....	101
试卷十三 .....	103
试卷十四 .....	106
试卷十五 .....	109

### 第四篇 硕士研究生入学考试试卷

试卷一 .....	114
试卷二 .....	118
试卷三 .....	122
试卷四 .....	125
试卷五 .....	130
试卷六 .....	132
试卷七 .....	136

试卷八 .....	139
试卷九 .....	141
试卷十 .....	143
试卷十一 .....	147
试卷十二 .....	150
试卷十三 .....	152

## 第五篇 参考答案

一、各章习题 .....	156
第一章 绪论 .....	156
第二章 烷烃 .....	157
第三章 烯烃 .....	158
第四章 炔烃和二烯烃 .....	159
第五章 脂环烃 .....	161
第六章 芳香烃 .....	163
第七章 立体化学 .....	165
第八章 卤代烃 .....	166
第九章 醇、酚、醚 .....	167
第十章 醛、酮 .....	169
第十一章 羧酸 .....	171
第十二章 羧酸衍生物 .....	174
第十三章 碳负离子反应及在合成中的应用 .....	175
第十四章 糖类化合物 .....	178
第十五章 胺类化合物 .....	183
第十六章 杂环化合物 .....	186
第十七章 萜类和甾体化合物 .....	188
第十八章 周环反应 .....	190
二、本科期末考试试卷 .....	191
试卷一 .....	191
试卷二 .....	193
试卷三 .....	194
试卷四 .....	197

试卷五	199
试卷六	200
试卷七	202
试卷八	203
试卷九	206
试卷十	208
试卷十一	210
试卷十二	212
试卷十三	213
试卷十四	215
试卷十五	217
三、硕士研究生入学考试试卷	220
试卷一	220
试卷二	221
试卷三	221
试卷四	224
试卷五	226
试卷六	228
试卷七	231
试卷八	233
试卷九	236
试卷十	238
试卷十一	240
试卷十二	241
试卷十三	243

# 第一篇 有机化学常见题型解题思路分析

## 分析一 有机化合物的命名

掌握有机化合物的命名是学好有机化学的根本，学生必须熟练掌握化合物的基本命名方法。有机化合物的命名包括书写名称和书写结构两种形式，就难易程度来说，后者的难度更大，它要求学生熟练掌握不同类型化合物的结构特点、同分异构现象以及不同结构的相互转化条件和规则，如化合物分子的楔形式、透视式、纽曼式、锯架式、构象式、费歇尔投影式、哈武斯式以及它们之间的相互转变都可能成为书写结构的命题。

有机化合物的命名方法有普通命名法、衍生物命名法、俗名和系统命名法，其中系统命名法得到化学界的普遍承认和应用。其基本特点是每一个名称只能对应于一个结构。本次修订是按照 2017 版有机化合物命名原则进行相应更新。

### 一、主要考查的内容

有机化合物的命名主要包括链烃及其衍生物的命名、脂环烃及其衍生物的命名、芳香烃及其衍生物的命名、顺反异构和对映异构的命名以及杂环化合物和萜类、甾体化合物的命名等。主要考查内容：①母体的名称，特性基团（官能团）字首、字尾的名称，取代基的名称；②选主链的原则，编号的原则，取代基排列次序的原则；③命名的基本格式；④确定 *R*、*S*、*Z*、*E* 等构型命名的原则；⑤桥环和螺环化合物的命名原则；⑥立体结构的各种表达方式书写（构象和构型）等多方面的知识。

### 二、解题的基本思路

#### （一）链烃及其衍生物的系统命名

其基本格式：“构型+取代基+母体”。有机化合物名称是由化合物母体结构的名称，即母体氢化物（烃等）的名称和取代基以及官能团的名称以及各种词缀所构成。因此母体氢化物的命名是有机化合物命名的基础和出发点（表 1）。

（1）选择主链（母体） 根据主链含碳数和主官能团给出母体名称。原则有三个：①选择含有主官能团的最长碳链为主链；②等长碳链，选择连取代基多者为主链；③含多个或多种官能团化合物的主链选择——以主官能团最多的最长碳链为主链。

（2）主链编号 原则有四个：①靠近主官能团一端开始编号，即主官能团位次最低；②所有前缀（支链）取代基合在一起的位次组最低（小），即最低（小）位次组原则（最先碰面原则）；③在不违反原则①和②的前提下，前缀取代基排列在前的位次最低（小），不饱和键（烯或炔，同等条件下双键优先）的位次组最低；④补充规则为顺（*cis*）比反（*trans*）优先，*Z* 比 *E* 优先，*R* 比 *S* 优先。

（3）书写名称 有四个步骤：按照选择官能团（母体）→确定主链→排列取代基顺序→写出化合物全称。①母体名称写在最后，标出官能团位置并书写在其名称之前；②基团的位次写在基团名称前，

用短线“-”分开；③不同取代基团按其英文字母顺序在前缀中依次排列，彼此之间用短线“-”分开；④相同基团用二、三表示数量，位次号用“,”分开(表2)。

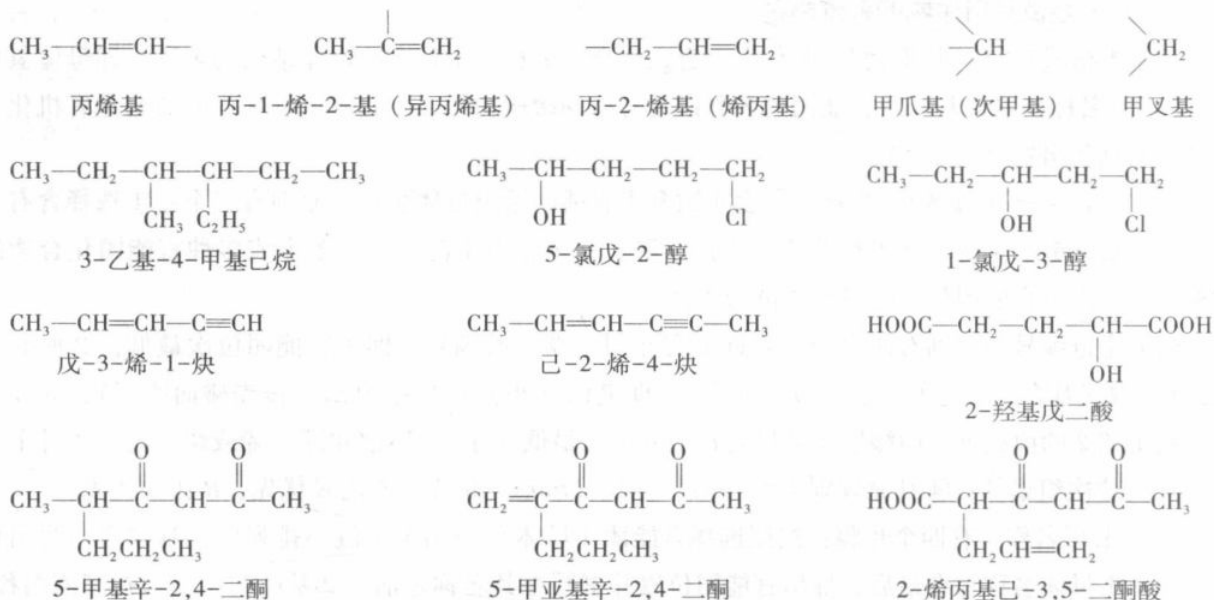
表1 系统命名三部曲

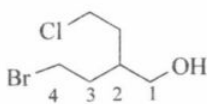
主链选择依据	①含主官能团的最长碳链；②选择主官能团最多的、双键(重键)位次组最低的、最长碳链；③等长时，依次选择双键多者，重键多者，取代基多者且位次组最低为主链；④按英文字母排列在前的前缀取代基的碳链。
主链编号依据	①靠近主官能团；②最先碰面；③简单前缀取代基按其英文字母排列顺序依次编号；④补充规则为顺( <i>cis</i> )比反( <i>trans</i> )优先， <i>Z</i> 比 <i>E</i> 优先， <i>R</i> 比 <i>S</i> 优先。
名称书写依据	构型+取代基+母体。①母体名称写在最后，标出官能团位置并书写在其名称之前；②支链取代基书写按英文字母排列顺序在前缀中依次排列。

表2 “主官能团优先次序规则”与“优先基团次序规则”的区别

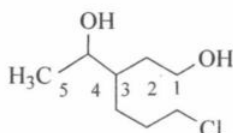
主官能团优先次序规则	用于确定主链(母体)。当主链含有主官能团时，母体的名称由主官能团确定。
	卤素前的基团可以作为母体官能团，卤素和硝基只作为取代基。常见主官能团优先次序如下。 自由基，负离子，正离子，两性离子化合物，羧酸，过氧羧酸，磺酸，羧酸酯，酰卤，酰胺，酰肼，酰亚胺，腈，醛，酮，醇，酚，硫醇，过氧羟基，氨基，亚胺，肼，醚，过氧烃基，炔，烯，叔烃基，卤素，硝基。 —COOH，—CO <sub>3</sub> H，—SO <sub>3</sub> H，—COOR，—COX，—CONH <sub>2</sub> ，—CN，—CHO，—COR，—OH(醇)，—OH(酚)，—SH，—OOH，—NH <sub>2</sub> ，—OR，—OOR，—C≡CH，—C=CH <sub>2</sub> ，—C=CH <sub>2</sub> ，—CR <sub>3</sub> ，—X，—NO <sub>2</sub> 。
取代基优先次序	①应用于编号。在不违背“最先碰面(最低序列)”原则的前提下，按照其英文字母顺序在前缀中排列依次编号；②应用于书写。当有多种取代基时，按照其英文字母顺序在前缀中依次排列，书写各取代基名称；③有多条支链时，则采用最低位次组。
	①应用于立体结构的命名。只有通过比较各个基团的优先顺序，才能标明立体结构的构型。基团优先次序是根据原子序数大小排列的，序数大、质量高的优先，顺( <i>cis</i> )比反( <i>trans</i> )优先， <i>Z</i> 比 <i>E</i> 优先， <i>R</i> 比 <i>S</i> 优先。常见的基团次序依次为：—I>—Br>—Cl>—F>—OR>—N>—C>—H。

例1 用系统命名法给下列化合物和基团的命名。

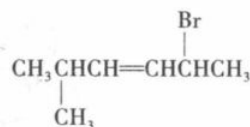




4-溴-2-(2-氯乙基)丁-1-醇



3-(3-氯丙基)戊-1,4-二醇



2-溴-5-甲基-3-烯

## (二) 脂环烃及其衍生物的系统命名

1. 环烷烃、环烯烃、环炔烃 ①以环为母体；②按“最先碰面”“按前缀取代基的英文字母排列顺序”原则编号；③官能团应处于最小位置；④烃基较复杂时，脂环作取代基，链烃作母体。不饱和单环烃按官能团方式命名，带支链的单环烃按支链为取代基的方式命名。

2. 桥环和螺环，其基本格式 桥环“取代基 + 环数 [大·中·小] + 母体”；螺环“取代基 + 螺 [小·大] + 母体”。

①桥环编号原则：从一个桥头 C 开始，先编最长桥，经另一桥头 C，再编次长桥，最后编短桥。母体名称——根据总 C 数，前缀“双环”，中间 [a.b.c] 由大到小，表示三桥 C 数。再加能表明所有骨架原子总数的碳氢化合物名称。有二级桥时还要用上标标出二级桥的架桥位点。

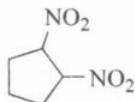
②螺环编号原则：从螺原子旁小环开始，先编小环，经螺原子 C，再编大环。母体名称——根据总 C 数，前缀“螺”，中间 [a.b] 由小到大，表示两环 C 数。再以表示整个螺环骨架原子总数的烃的名称为后缀。

3. 脂环烃衍生物的命名 脂环烃衍生物既有环又有链时，命名时不论环的大小和链的长短，先选择含有主官能团的环或链作为母体。当含有多个主官能团时，选择主官能团多的环或链为母体；主官能团数相同时，则以所含原子数多的链或环为母体。

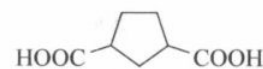
①官能团直接连在脂环上：连母体主官能团——母体名称是官能团，连非母体官能团——母体名称是脂环。②官能团连在脂环侧链上：脂环是取代基，链状化合物为母体。

注意 环烃的命名关键是编号——应当遵循的原则依次为：①特定原则（桥、螺、芳多环）；②主官能团优先原则；③最先碰面原则；④按前缀取代基的英文字母排列顺序原则；⑤没有母体官能团，根据取代基最早碰面、按前缀取代基的英文字母排列顺序原则编号，在前的编号小原则。

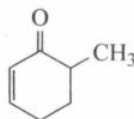
例 2 用系统命名法给下列化合物命名。



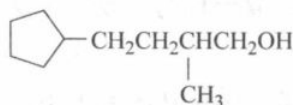
1,2-二硝基环戊烷



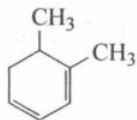
环戊烷-1,3-二甲酸



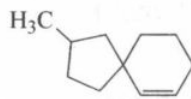
6-甲基环己-2-烯酮



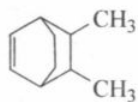
2-甲基-4-环戊基丁-1-醇



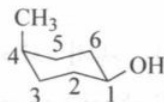
1,6-二甲基环己-1,3-二烯



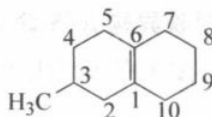
2-甲基螺[4.5]癸-6-烯



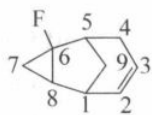
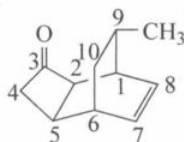
5,6-二甲基双环[2.2.2]辛-2-烯



顺-4-甲基环己醇



3-甲基二环[4.4.0]癸-1(6)-烯

6-氟三环[3.3.1.0<sup>6,8</sup>]壬-2-烯9-甲基三环[4.2.2.0<sup>2,5</sup>]癸-7-烯-3-酮

### (三) 芳香烃及其衍生物的系统命名

1. 单环芳烃 ①以苯为母体，支链作取代基，含特性基团（官能团）的遵循编号原则；②两个相同基团可用邻、间、对表示取代基的位置；③三个相同基团可用连、偏、均表示；④连不饱和基或烷基(C $\geq$ 6)时，苯环作取代基。

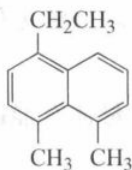
2. 多环芳烃 ①联苯芳烃——苯环以单键相连，从联位开始，分别编号；②多苯带脂烃——苯环与脂肪族碳相连，苯作取代基；③稠环芳烃——苯环通过共用碳相连，具有特定的母体名称和位置编号。

#### 3. 芳烃衍生物

(1) 官能团连在苯环侧链上——苯环作取代基，含特性基团（官能团）的链状化合物为母体。

(2) 官能团直接连在芳环上。①一元衍生物，烯基前面的官能团，苯环作取代基；烯基以后的，则苯环作母体。②多个不同的基团——确定主官能团，并使其处于最小位置，再按照最先碰面、先小后大原则编号。

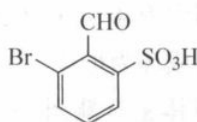
例3 用系统命名法给下列化合物命名。



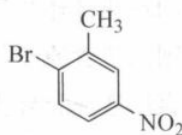
1-乙基-4,5-二甲基萘



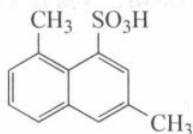
苯乙酮



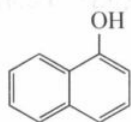
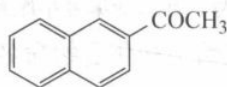
3-溴-2-甲酰基苯磺酸



1-溴-2-甲基-4-硝基苯



3,8-二甲基萘-1-磺酸

 $\alpha$ -萘酚 $\beta$ -萘乙酮

### (四) 顺反异构和对映异构的命名

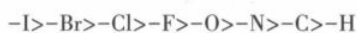
#### 1. 顺、反和 Z、E 异构的命名

(1) 顺/反异构的命名法：两个相同基团在双键同侧，称为“顺”，异侧称为“反”（仅适用于简单结构）。

(2) Z/E 命名法：系统命名（适用于所有结构），根据“次序规则”比较基团的大小，两个优先基团在双键同侧，为 Z；异侧为 E。顺/反和 Z/E 是两种命名法则，无必然联系。

#### 2. 对映异构 R/S 命名法规则

(1) 按次序规则由大到小排列手性碳上的四个基团 a>b>c>d。

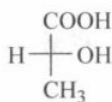
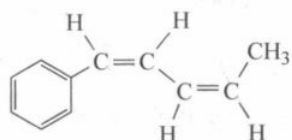
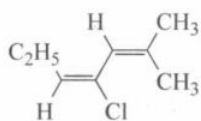


(2) 方向定则：将最小基团 d 放在远处，观看 a $\rightarrow$ b $\rightarrow$ c 的顺序。顺时针为 R；逆时针为 S。

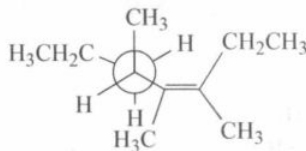
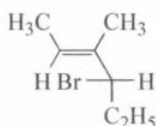
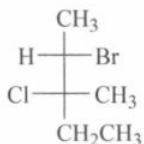
(3) 费歇尔投影式规则：若最小基团在竖键，观看 a $\rightarrow$ b $\rightarrow$ c 顺时针 R；逆时针 S。若最小基团在横键，a $\rightarrow$ b $\rightarrow$ c 顺时针 S；逆时针 R。

(4) 对于含假手性碳原子的分子, 其对映异构以  $R, S$  表示, 并且相同组成的手性碳优先顺序:  $R$  型  $>$   $S$  型。

例 4 用系统命名法给下列化合物命名。



( $E$ )-4-氯-2-甲基庚-2,4-二烯      ( $1Z,3Z$ )-1-苯基戊-1,3-二烯      ( $R$ )-2-羟基丙酸(乳酸)

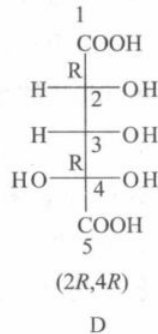
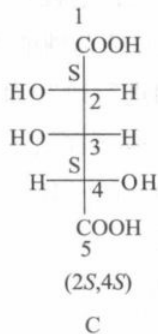
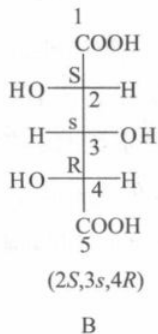
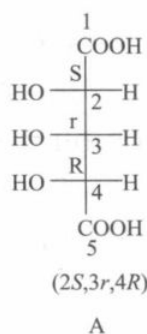


( $2S,3S$ )-2-溴-3-氯-3-甲基戊烷      ( $2E,4S$ )-4-溴-3-甲基-2-烯      ( $3Z,5S$ )-3,4,5-三甲基辛-3-烯

### 3. 给名称写结构

例 5 采用费歇尔投影式书写 2,3,4-三羟基戊二酸的所有对映异构体并标明其构型。

解题思路: 首先将 2,3,4-三羟基戊二酸的结构简式写出来, 然后分析存在几个手性碳原子, 异构体数为  $2^n$  ( $n$ -为手性碳数), 写出每一对对映体, 任何一对对映体在平面内转  $180^\circ$  后不能重合, 然后将每个手性碳原子、假手性碳原子按  $R, S$  命名规则标注出其构型。



化合物 A 和 B 的  $C_3$  为假手性碳原子, 其对映异构以  $r, s$  表示, 并且优先基团次序为  $R$  型  $>$   $S$  型; A 和 B 都有对称面, 自身都是内消旋体。

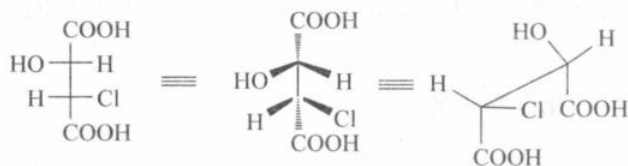
化合物 C 和 D 的  $C_3$  为非手性碳原子, 存在对称中心, C 与 D 是对映体关系。

书写化合物结构的题型很广, 难度也很大, 可能要求书写出化合物分子的楔形式、透视式、纽曼式、锯架式、构象式、费歇尔投影式、哈武斯以及它们之间的相互转变形式等命题。对于该类题型, 一般是先将化合物转化为简单易懂的结构形式, 然后进行等价转化而得, 从而找到解题的突破口。

例 6 按照要求书写下列化合物的结构。

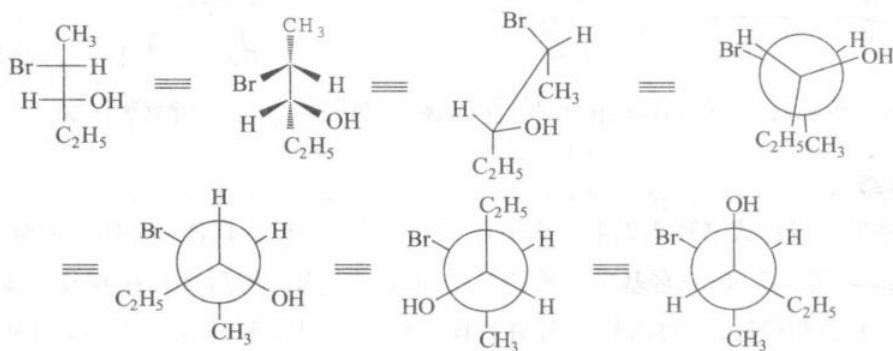
(1) ( $2R,3S$ )-2-羟基-3-氯丁二酸 (写出锯架重叠式)。

解题思路: 先将 2-羟基-3-氯丁二酸书写一个费歇尔投影式, 然后经过校对为  $2R, 3S$  构型, 接着对费歇尔投影式的横键基团如下图折成约  $120^\circ$ , 两个竖键基团对向与横键折成约  $120^\circ$ , 然后画出锯架重叠式。



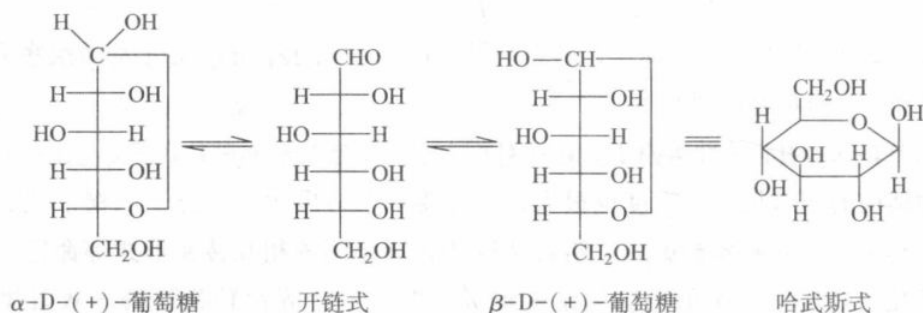
(2) (2*R*,3*R*) -2-溴-3-戊醇 (写出纽曼交叉式)。

**解题思路:** 先将2-溴-3-戊醇书写一个费歇尔投影式, 然后经过校对为2*R*, 3*R*构型, 接着对费歇尔投影式的横键基团如下图折成约120°, 两个竖键基团对向与横键折成约120°, 画出锯架重叠式, 然后画出纽曼重叠式, 接着固定其中一个手性碳上的基团, 其他基团旋转60°就得到纽曼交叉式(只要写成交叉式即可)。



(3)  $\beta$ -D-(+)-吡喃葡萄糖 (写出透视式, 即Haworth式)。

**解题思路:** 先写出D-(+)-吡喃葡萄糖的开链式(费歇尔投影式), 接着转化为氧环式, 然后按照氧环式与Haworth式的改写规则进行改写而成。改写方法有三步: 第一, 画一垂直纸面的六边形, 分别代表5个C, 一个O, O一般画在右上角, 固定编号; 第二,  $-\text{CH}_2\text{OH}$ 在平面上表示D-型; 在平面下表示L-型; 第三, 半缩醛 $-\text{OH}$ 在氧环式的左边时, 则写在Haworth式平面的上面, 在右边时, 则写在下面, 即“左上右下”, 或记住 $\beta$ -D-(+)-吡喃葡萄糖的哈沃斯式为半缩醛基在环平面上面, 其余羟基上下交替排列。



**例7** 写出2-氘代-3-溴丁烷的费歇尔投影式、锯架式、纽曼式及其相互转变结构形式。

