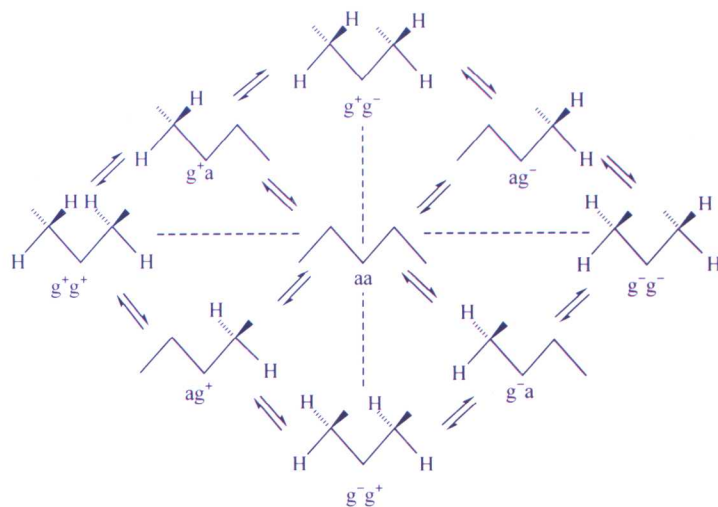


基础有机立体化学

[美] E.L. 伊莱尔 S.H. 威伦 M.P. 多伊尔 著
邓 井 主译



图字:01-2003-8868

内 容 简 介

本书是国际著名有机化学家 Eliel, Wilen 和 Doyle 合作完成的新著。深入浅出地阐述了立体化学的基础知识及最新信息,力图使读者树立一种系统的立体化学思维方式。全书共分 13 章,内容包括:结构;立体异构体;对称性;构型;立体异构体性质和立体异构体识别;立体异构体的分离、拆分和外消旋化;异位配体与异位面;前立体异构现象与手性;烯烃的立体化学;非环分子的构象;环状分子的构型和构象;手性光学性质;无手性中心分子中的手性。本书翻译忠于原著,行文流畅。

本书可以作为有机化学专业高年级本科生和研究生的教学参考书,也可供相关专业的科研工作者阅读参考。

Basic Organic Stereochemistry

Copyright©2001 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

图书在版编目(CIP)数据

基础有机立体化学/(美)E. L. 伊莱尔(Eliel, E. L.)等著,邓并主译. —北京:科学出版社,2005

(现代化学基础丛书 7/朱清时主编)

ISBN 7-03-015618-8

I. 基… II. ①伊…②邓… III 有机化学:立体化学 IV. O641 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 054123 号

责任编辑:周巧龙 李 锋 吴伶伶 / 责任校对:钟 洋

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码 100717

[http // www sciencep com](http://www.sciencep.com)

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 10 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005 年 10 月第一次印刷 印张: 41

印数: 1—2 500 字数: 773 000

定价: 80.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

参加翻译工作的其他人员

- 前 言 高照波(Gao Zhaobo, 上海化学开拓者有限公司)
- 第 1 章 冯丽恒(Feng Liheng)、高照波(Gao Zhaobo)
- 第 2 章 李东红(Li Donghong)、尚卓槟(Shang Zhuobin, 山西大学化学化工学院)
- 第 3 章 申丽(Shen Li)、高照波(Gao Zhaobo)
- 第 4 章 解建仁(Xie Jianren)、尚卓槟(Shang Zhuobin)
- 第 5 章 高鹏飞(Gao Pengfei)、尚卓槟(Shang Zhuobin)、赵三虎(Zhao Sanhu)
- 第 6 章 苗招娣(Miao Zhaodi)、尚卓槟(Shang Zhuobin)、张红(Zhang Hong, 山西职工医学院)
- 第 7 章 范宁娟(Fan Ningjuan)、高鹏飞(Gao Pengfei)、高照波(Gao Zhaobo)、郭爱玲(Guo Ailing)、王磊(Wang Lei)、张红(Zhang Hong)、李东红(Li Donghong)
- 第 8 章 高聪颖(Gao Congying)、尚卓槟(Shang Zhuobin)、张红(Zhang Hong)
- 第 9 章 冯丽恒(Feng Liheng)、李东红(Li Donghong)、李海涛(Li Haitao)
- 第 10 章 丁双燕(Ding Shuangyan)、卢珍(Lu Zhen)、李海涛(Li Haitao)
- 第 11 章 黄计军(Huang Jijun, 中山大学化学系)、尚卓槟(Shang Zhuobin)
- 第 12 章 董婧(Dong Jing)、黄计军(Huang Jijun)、武补兰(Wu Bulan)、章慧(Zhang Hui, 厦门大学化学系)
- 第 13 章 高照波(Gao Zhaobo)、毛树红(Mao Shuhong)、尚卓槟(Shang Zhuobin)
- 索 引 高鹏飞(Gao Pengfei)

《现代化学基础丛书》编委会

主 编 朱清时

副主编 (以姓氏拼音为序)

江元生 林国强 佟振合 汪尔康

编 委 (以姓氏拼音为序)

包信和 陈凯先 冯守华 郭庆祥

韩布兴 黄乃正 黎乐民 吴新涛

习 复 杨芑原 赵新生 郑兰荪

卓仁禧

《现代化学基础丛书》序

如果把牛顿发表“自然哲学的数学原理”的 1687 年作为近代科学的誕生日,仅 300 多年中,知识以正反馈效应快速增长:知识产生更多的知识,力量导致更大的力量。特别是 20 世纪的科学技术对自然界的改造特别强劲,发展的速度空前迅速。

在科学技术的各个领域中,化学与人类的日常生活关系最为密切,对人类社会发展产生的影响也特别巨大。从合成 DDT 开始的化学农药和从合成氨开始的化学肥料,把农业生产推到了前所未有的高度,以致人们把 20 世纪称为“化学农业时代”。不断发明出的种类繁多的化学材料极大地改善了人类的生活,使材料科学成为了 20 世纪的一个主流科技领域。化学家们对在分子层次上的物质结构和“态-态化学”、单分子化学等基元化学过程的认识也随着可利用的技术工具的迅速增多而快速深入。

也应看到,化学虽然创造了大量人类需要的新物质,但是在许多场合中却未有效地利用资源,而且产生了大量排放物造成严重的环境污染,以至于目前有不少人把化学化工与环境污染联系在一起。

在 21 世纪开始之时,化学正在两个方向上迅速发展。一是在 20 世纪迅速发展的惯性驱动下继续沿各个有强大生命力的方向发展;二是全方位的“绿色化”,即使整个化学从“粗放型”向“集约型”转变,既满足人们的需求,又维持生态平衡和保护环境。

为了在一定程度上帮助读者熟悉现代化学一些重要领域的现状,科学出版社组织编辑出版了这套《现代化学基础丛书》。丛书以无机化学、分析化学、物理化学、有机化学和高分子化学五个二级学科为主,介绍这些学科领域目前发展的重点和热点,并兼顾学科覆盖的全面性。丛书计划为有关的科技人员、教育工作者和高等院校研究生、高年级学生提供一套较高水平的读物,希望能为化学在新世纪的发展起积极的推动作用。

生活

2005 年 2 月

序

1874年,两位年轻的化学家,22岁的荷兰人 van't Hoff 和 27岁的法国人 Le Bel 不约而同地提出了碳原子的四面体结构,也即碳的四个价键指向四面体的四个顶角。这是非常简单、质朴的一个概念。这个概念在相隔 2 个月的时间内由两位当时默默无闻的年轻人独立地提出,也表明很多的实验事实,很多不尽完善的假说,在当时都已出现,在年轻人的用心思考、探索下,新思想油然而生。这个概念非常简单,但又非常美丽。它不仅回答了 25 年前 Pasteur 关于右旋、左旋酒石酸,以及 Wislicenus 关于左旋、右旋乳酸的困惑,而且发展了 Kekulé 的价键学说。这个基本概念把有机化学带入三维的空间——真实的立体结构。这个概念终于成为有机化合物立体化学的基石。

设想如果没有立体化学的基本概念,就谈不上有机化合物的构型、构象,就谈不上分子生物学中 DNA 的双螺旋结构、蛋白质的 α -螺旋,就谈不上高分子化学中的等规、间规结构的高分子等。如果没有立体化学的基本概念,就不会有手性技术的出现,也没有上千亿美元的手性药物市场,当然也没有材料科学中的二阶非线性光学材料。

立体化学基本知识的重要性是不言而喻的。《基础有机立体化学》一书的出版正是适应了学科发展的需要,也为友邻学科的发展提供了知识的支撑。邓并教授这本译作的问世对于提升我国有机化学、生命科学、药理学、材料科学等大学教育和研究生教育的水平无疑也是有重要意义的。



2004年6月

中文版序

欣悉邓并教授已将 *Basic Organic Stereochemistry* (《基础有机立体化学》) 译为中文。我们尤为高兴的是,译者(邓博士)是一位从事立体化学工作并对这一学科有深刻理解的科学家,因为我们深知,将立体化学的专有名词译成一种与英语大相径庭的语言甚为不易。我们确信邓博士已做出极大的努力,以使以汉语为母语的学生能够清晰地理解本学科的这些术语。

在过去的 25 年中,中国的化学取得了巨大的进展,并且现在有许多以汉语为母语的年轻人正在学习这门课程。我们希望本书的中译版将对他们理解分子构筑的空间(三维)方面有所帮助,这些分子构筑无论是在其本质的抽象含义上还是对于天然产物的结构解析和合成、药物化学、香料化学、生物化学、有规立构高分子化学,以及许多其他领域的应用上都极为重要。

《基础有机立体化学》的英文版是《有机化合物的立体化学》(Wiley, 1994) 的精编版,这部书由 S. H. 威伦(于 1994 年逝世)和我们其中之一(E. L. 伊莱尔)合作完成。我们希望并相信该版的译著将对以汉语为母语的学生在立体化学的学习中有所裨益。



M. P. 多伊尔于马里兰大学



E. L. 伊莱尔于北卡罗莱纳大学查珀尔希尔校区

2005 年 8 月

Foreword to the Chinese Translation

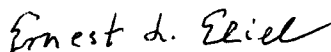
We are delighted to learn from Professor Bing Deng that she has translated *Basic Organic Stereochemistry* into Chinese. We are particularly happy that the translator (Dr. Deng) is a scientist with an understanding of the subject of stereochemistry from her earlier work, for we realize that the specialized nomenclature of stereochemistry is not straightforward to translate into a language that is very different from English. We believe Dr. Deng has made special efforts to make this terminology clear to Chinese speaking students of the subject.

Chemistry in China has made enormous progress in the last 25 years and there are many Chinese-speaking young people today who are studying the subject. We hope that the Chinese version of this book will help them understand the spatial (three-dimensional) aspects of molecular architecture that are so important both in their intrinsic intellectual aspects and in their applications to the structure elucidation and synthesis of natural products, in pharmaceutical chemistry, flavor chemistry, biochemistry, the chemistry of stereoregular polymers and other areas.

The English original of *Basic Organic Stereochemistry* is an abbreviated version of *Stereochemistry of Organic Compounds* (Wiley, 1994), a book that was co-authored by the late Samuel H. Wilen (who passed away in 1994) and one of us (ELE). We hope and trust that the translation of this shortened version will be helpful to Chinese-speaking students in the study of stereochemistry.



University of Maryland



University of North Carolina at Chapel Hill

Aug. 2005

译者序

“历史性时刻”，是在 2005 年的 4 月 26 日 12 点 15 分，当我修改完本译著的最后一页之后，在原著的扉页上所写下的五个字。历时两年多的“翻译之旅”宣告结束！我的同事戏称我是在“生孩子”。然而，做过母亲的我，深知这个过程无论是从时间的跨度上，还是从付出的心血上，的确要超过生孩子许多。

萌生翻译这本著作的念头应该追溯到 2001 年的 7 月。那时我参加在澳大利亚布里斯班市举行的“世界化学大会”，除了有机会聆听各国化学家和几位大师的学术报告以及与他们的交流之外，我浏览了本次学术会议期间所举办的书展。或许是长期从事立体化学科研与教学的职业敏感性，当看到由 Eliel 先生等三位化学家撰写的这部著作时，我竟爱不释手，并毫不犹豫买了下来。它自始至终所体现的系统的立体化学思维方式给我留下了极其深刻的印象，从而促使我产生要将这一突出特征与中国的化学同仁和学子共享的强烈愿望。这样，在次年的春天，当我再次为研究生开设立体化学课程时，在给他们传授这种思维方式和研究立体化学方法的同时，将他们和我以往的高足一起“拉入”了这漫长的“翻译之旅”。

对本书主体倾尽心力地翻译自不待言，在翻译工作结束之后，就书中的某些问题与作者之一，Eliel 先生进行了广泛的交流。他对我们提出的 50 余个问题，都一一作了答复，其中大部分是他亲自到图书馆对照原文查证的。对于被作者称之为“宝贵财富”的约 2400 条文献，我们进行了彻底详尽的核实，在与 Eliel 先生讨论之后，将书中 18 处漏失或错标的文献补齐；另外还对近 20 幅插图的内容进行了修正。正如 Eliel 和 Doyle 先生在中文版序中所说的那样，英语是一门与中文大相径庭的语言，这给我们制作索引带来了极大的困难，但最终我们还是经反复思考和参阅原文和译文后，推敲出了最恰当的中文词汇。现在基本可以将该索引看作是立体化学的词汇册，这其中有一些是专业英汉词典中不曾出现的词汇。在我们体验大师严谨学术风范的同时，也得到他由衷的赞赏“The Chinese translation is going to be more accurate than the original, it would seem!”（中译版将会比原版更准确，一定会的！）。

尽管我们竭尽全力地传递原著阐述的立体化学内涵，但终因专业基础知识功底欠深，一定会有翻译得不尽如人意、甚至错误之处，还请读者给以真诚的谅解和指正。这是我们在浩如烟海的化学书籍里，为广大化学和相关学科的同仁献上的一份真诚之礼。

写到这里，回忆如潮水般不断涌来。我回想起，在德国留学时，每日清晨我的

导师 E. Winterfeldt 教授挥洒自如地为我们讲授的立体化学课;我回想起,在北京大学做博士后时,与邢其毅、叶秀林先生无数次地探讨的立体化学问题;我回想起,最近与 Eliel 先生就有关立体化学问题频繁交换的信件,这些都使我从心底深处涌起对这些中外立体化学大师深深的敬意,正是由于他们的教诲和指导,我一步步走至今日。现在,我将近 28 年从事立体化学科研和教学的经历,凝聚在这部译著中。

在本书即将出版之际,我首先要特别地感谢参加本书翻译的所有人员,正是在他们的参与和陪伴下,使我辛苦并快乐地度过这段难忘的岁月。接着特别要提到中国科学院上海有机化学研究所的戴立信院士,在这部著作的翻译过程中,他始终给予了支持与关注,除了为我们作序之外,更为我们审校了第 5 章,特别是对某些关键的专业术语,与我们进行了反复磋商,最终以此定稿,在此对戴先生表示最诚挚的谢意;厦门大学章慧教授,审校了第 12 章;山西大学的朱苗力教授审校了第 2 章;山西大学的陈亮教授审校第 6 章和第 8 章;本书还得到北京大学张滂院士的帮助,在此一并送上我的敬谢之意。对我们学院同事和领导的理解与支持,对他们的宽容与耐心表示感谢。本书还得到山西省留学归国人员基金的支持,在此表示感谢。这里我还要感谢科学出版社科学分社的李锋社长、周巧龙编辑、吴伶俐编辑,正是在他们的大力支持下,使本书得以与读者见面。

最后,我要感谢我的亲人和朋友们,感谢父母和其他家人对我在生活上给以无微不至的关怀和提供物质上的帮助,使我能够专注于此书的翻译工作;感谢何玮兄,是他凭借其深厚的中文和化学功底,通读了本书,并做出了大量和辛苦的文字修订工作;感谢我远在美国的亲人在我需要时,立即买好原著,并以特快专递的方式寄至我手中。还要感谢我的朋友们对我的理解和点点滴滴的帮助,在此再一次表示我最深情的谢意!

邓 并

2005 年 9 月于山西大学

前 言

1994年, John Wiley & Sons公司出版了《有机化合物的立体化学》一书, 该书主要由 Ernest L. Eliel 和已故的 Samuel H. Wilen 合作完成, 其中“立体选择性合成”一章则由 Lewis H. Mander 完成。尽管该部综合性著作长达 1267 页, 但还是得到了广泛认可。本书可供有一定造诣的化学工作者作为进一步学习的参考书, 同时也可以作为研究生获取立体化学知识的可靠资料来源; 但是, 若作为一个学期的课程来讲, 则显得过于广博。另外, 立体化学的思考正变得越来越重要, 这不仅体现在化学的核心领域, 也体现在飞速发展的分子科学领域, 如材料化学、化学生物学等领域。所以, 在令人常感困惑的立体化学方面进行系统训练, 无论是对于高年级的大学生还是对于研究生的初期, 比以往任何时候都显得更为重要。

本书是 1994 年版本《有机化合物的立体化学》的压缩版, 篇幅约为原版的一半, 因而更适于作为大学教材。为了压缩篇幅, 我们不得不删去 Mander 教授编写的“立体选择性合成”一章。不仅由于该章内容较多, 而且在过去的 6 年中, 立体化学在这一特殊领域的发展变化十分惊人, 以致它不再适合作为普通立体化学教材中的一章(关于此研究领域, 1994 年后已有很多著作出版, 包括 1999 年开始出版的三卷册丛书《不对称催化大全》)。因为 IUPAC 已经公布了相关的专有名词(见第 2 章参考文献[1]), 所以本书中的“专有名词表”也被删去, 但是, 有关的条目都可以在索引中找到。我们也删去了原版中设为小字体的内容, 对其他部分也进行了大量的压缩。然而, 我们希望并且相信立体化学的精华部分仍被完整地保留了下来。

尽管在某些发展迅速的领域又补充了更新的参考文献, 1994 年版本里的大部分引用文献仍被保留。通常教材里不会有如此大量的参考文献, 可是我们无法抵挡这笔宝贵财富的巨大诱惑, 还是决定保留它们, 其中综述性的文章和书籍则被优先保留。如果教师想要安排学生在一些指定领域进行深入研究, 或做独立题目的学术报告, 这些参考文献会非常有用。

如果在课堂上使用本书, 就有必要对讲述主题做出选择。我们向您推荐第 1~6 章、第 8~10 章以及第 11 章中的某些部分。第 7 章可以让学生独立阅读。第 12、13 章是更前沿的内容。这本书可以作为立体化学的指定教材, 或为其他专业领域更加广泛的一系列主要课题的发展提供帮助。本书将十分有助于学生理解立体化学的一些重要的概念、思想、分析方法、技术、术语, 以及了解立体化学的发展历史。

E. L. Eliel

M. P. Doyle

目 录

《现代化学基础丛书》序

序

中文版序

Foreword to the Chinese Translation

译者序

前言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 范畴	(1)
1.2 历史	(1)
1.3 旋光测定法和旋光度	(4)
参考文献	(6)
第 2 章 结构	(8)
2.1 含义、分级、内坐标、异构体.....	(8)
2.2 构造.....	(10)
2.3 构型.....	(12)
2.4 构象.....	(15)
2.5 结构的测定.....	(16)
2.6 结构的推算.....	(19)
2.7 分子模型.....	(23)
参考文献	(24)
第 3 章 立体异构体	(27)
3.1 立体异构体的本质.....	(27)
3.1.1 引言	(27)
3.1.2 立体异构体和残留异构体之间的能垒	(30)
3.2 对映异构体.....	(32)
3.3 非对映异构体.....	(35)
3.3.1 一般情形.....	(35)
3.3.2 简化情形	(37)
参考文献	(40)

第4章 对称性	(41)
4.1 概述	(41)
4.2 对称元素	(41)
4.3 对称操作和对称点群	(44)
4.3.1 包含手性分子的点群	(45)
4.3.2 仅含有非手性分子的点群	(47)
4.4 平均对称性	(54)
4.5 对称性与分子性质	(54)
4.5.1 偏振光的旋转	(54)
4.5.2 偶极矩	(56)
4.5.3 对称数	(57)
参考文献	(58)
第5章 构型	(60)
5.1 定义:相对构型与绝对构型	(60)
5.2 绝对构型及其标记	(62)
5.3 绝对构型的测定	(69)
5.3.1 Bijvoet 方法	(69)
5.3.2 理论方法	(70)
5.3.3 在添加剂存在下晶体形态学的改良	(70)
5.4 相对构型及其标记	(72)
5.5 饱和脂肪族化合物相对构型的测定	(77)
5.5.1 X 射线结构分析	(77)
5.5.2 不影响与立体源原子相连键的化学互变	(78)
5.5.3 基于对称性思考的方法	(79)
5.5.4 通过与具有两类手性中心的化合物建立的相关	(81)
5.5.5 准-外消旋体法	(82)
5.5.6 以“已知”方式作用于连接手性原子的键的化学相关(关于概述,参 阅文献[32])	(83)
5.5.7 通过与“已知”立体化学过程的立体选择性合成建立的相关	(87)
5.5.8 手性光学、波谱和其他物理方法	(90)
5.6 结论:网络争议	(90)
参考文献	(90)
第6章 立体异构体性质和立体异构体识别	(94)
6.1 概述	(94)
6.2 立体异构体识别	(94)

6.3 外消旋体的本质·····	(97)
6.4 外消旋体以及它们的对映体组分的性质·····	(99)
6.4.1 引言·····	(99)
6.4.2 光学活性·····	(100)
6.4.3 晶形·····	(100)
6.4.4 密度与外消旋体类型·····	(101)
6.4.5 熔点·····	(102)
6.4.6 溶解度·····	(106)
6.4.7 蒸气压·····	(109)
6.4.8 红外光谱·····	(110)
6.4.9 电子光谱·····	(111)
6.4.10 核磁共振波谱·····	(112)
6.4.11 X射线光谱·····	(112)
6.4.12 液态与界面性质·····	(113)
6.4.13 色谱法·····	(116)
6.4.14 质谱法·····	(118)
6.4.15 与其他手性物质的相互作用·····	(118)
6.4.16 生物性质·····	(120)
6.4.17 自然界对映体结构均一性的起源·····	(126)
6.5 对映体和非对映体组成的测定·····	(129)
6.5.1 引言·····	(129)
6.5.2 手性旋光方法·····	(131)
6.5.3 基于非对映异位性的 NMR 方法·····	(133)
6.5.4 基于非对映异构相互作用的色谱和相关分离方法·····	(145)
6.5.5 动力学方法·····	(160)
6.5.6 其他方法·····	(162)
参考文献·····	(163)
第7章 立体异构体的分离、拆分和外消旋化·····	(180)
7.1 概述·····	(180)
7.2 通过结晶法进行的对映体分离·····	(180)
7.2.1 晶体的挑选和筛分·····	(180)
7.2.2 conglomerate·····	(181)
7.2.3 优先结晶法·····	(184)
7.2.4 外消旋体的不对称转化及完全自发拆分·····	(186)
7.3 经由非对映体的对映体化学分离·····	(191)

7.3.1 非对映异构体的形成与分离;拆分试剂	(191)
7.3.2 拆分原理与实施	(206)
7.3.3 经由络合和包合化合物的分离	(210)
7.3.4 色谱拆分	(214)
7.3.5 非对映异构体的不对称转化	(217)
7.3.6 用于非对映异构体分离的一般方法	(223)
7.4 对映体富集和拆分策略	(229)
7.5 动力学拆分	(232)
7.5.1 理论以及化学计量的和非生物催化的动力学拆分	(233)
7.5.2 酶拆分	(242)
7.6 其他分离方法	(247)
7.7 外消旋化	(250)
7.7.1 外消旋化过程	(251)
7.7.2 氨基酸的外消旋化	(257)
参考文献	(259)
第8章 异位配体与异位面:前立体异构现象与前手性	(274)
8.1 概述与术语	(274)
8.2 意义与历史	(275)
8.3 同位和异位配体及面	(277)
8.3.1 同位配体和同位面	(278)
8.3.2 对映异位配体与对映异位面	(280)
8.3.3 非对映异位配体和非对映异位面	(282)
8.3.4 概念与命名	(284)
8.4 异位性与核磁共振	(287)
8.4.1 一般原理,异频	(287)
8.4.2 前立体异构现象构型归属和描述符号中的 NMR	(289)
8.4.3 异频起因	(293)
8.4.4 构象可变体系	(294)
8.5 酶催化反应中的异位配体和异位面	(297)
8.5.1 异位性和立体选择性合成	(297)
8.5.2 异位性和酶催化反应	(298)
参考文献	(303)
第9章 烯烃的立体化学	(307)
9.1 烯烃的结构与顺-反异构现象的本质	(307)
9.1.1 引言	(307)

9.1.2 命名法	(308)
9.1.3 累积多烯	(309)
9.1.4 具有低旋转能垒的烯烃和非平面烯烃	(310)
9.1.5 C=N 和 N=N 双键	(313)
9.2 顺-反异构体的构型测定	(315)
9.2.1 化学方法	(315)
9.2.2 物理方法	(320)
9.3 顺-反异构体的互变:平衡位置与异构化方法	(329)
9.3.1 顺-反平衡的位置	(329)
9.3.2 平衡方法	(332)
9.3.3 直接顺-反互变作用	(335)
参考文献	(337)
第 10 章 非环分子的构象	(342)
10.1 乙烷、丁烷和其他简单饱和非环分子的构象	(342)
10.1.1 烷烃	(342)
10.1.2 具有极性取代基或支链的饱和非环分子和端基异构效应	(348)
10.2 不饱和非环和其他化合物的构象	(353)
10.2.1 不饱和非环化合物	(353)
10.2.2 烷基苯	(359)
10.2.3 其他化合物	(361)
10.3 非对映异构体和构象异构体的物理和波谱性质	(362)
10.3.1 引言	(362)
10.3.2 偶极矩	(363)
10.3.3 红外光谱	(363)
10.3.4 NMR 波谱法	(365)
10.4 构象与反应活性:Winstein-Holness 方程和 Curtin-Hammett 原理	(369)
参考文献	(376)
第 11 章 环状分子的构型和构象	(383)
11.1 环化合物的立体异构现象和构型命名	(383)
11.2 取代环化合物的构型确定	(385)
11.2.1 引言	(385)
11.2.2 基于对称性的方法	(385)
11.2.3 基于物理和化学性质的方法	(386)
11.2.4 相关方法	(389)

11.3 环状分子的稳定性·····	(390)
11.3.1 张力·····	(390)
11.3.2 随环大小变化的成环难易度·····	(392)
11.3.3 随环上原子和取代基变化的环合难易度:Thorpe-Ingold 效应·····	(393)
11.3.4 Baldwin 规则·····	(394)
11.4 六元环化合物化学的构象特征·····	(395)
11.4.1 环己烷·····	(395)
11.4.2 一取代环己烷·····	(398)
11.4.3 二取代和多取代环己烷·····	(406)
11.4.4 环己烷衍生物的构象和物理性质·····	(410)
11.4.5 环己烷的构象与反应性·····	(415)
11.4.6 sp^2 杂化的环己基体系·····	(420)
11.4.7 六元饱和杂环·····	(427)
11.5 非六元环化合物的化学·····	(434)
11.5.1 三元环·····	(434)
11.5.2 四元环·····	(434)
11.5.3 五元环·····	(436)
11.5.4 六元以上的环·····	(438)
11.6 稠环、桥环和笼状环体系的立体化学·····	(444)
11.6.1 稠环·····	(444)
11.6.2 桥环·····	(452)
11.6.3 螺桨烷·····	(456)
11.6.4 链索烃、轴轮烃、结环以及 Möbius 带·····	(456)
11.6.5 立方烷、四面体烷、十二面体烷、金刚烷和 Buckminster 富勒烯·····	(463)
参考文献·····	(467)
第 12 章 手性光学性质 ·····	(483)
12.1 概述·····	(483)
12.2 光学活性和各向异性折射作用·····	(483)
12.2.1 起源和理论·····	(483)
12.2.2 旋光色散·····	(489)
12.3 圆二色性和各向异性吸收·····	(492)
12.4 旋光色散和圆二色性的应用·····	(496)
12.4.1 构型与构象的确定:理论·····	(496)
12.4.2 生色团的分类·····	(497)
12.4.3 分区和螺旋规则·····	(500)