

普通高等院校规划教材——化学化工类

# 有机化学 解题技巧

(第二版)

主编 / 赵文献 孟团结 刘澜涛

普通高等院校规划教材——化学化工类  
河南省基础化学教学团队项目资助

# 有机化学解题技巧

(第二版)

主 编 赵文献 孟团结 刘澜涛

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

## 内 容 提 要

本书比较全面地分析、总结了各类有机化学习题的解题方法和技巧。书中对各类解题技巧分别进行了讨论,并举例加以说明,有利于教与学;有习题,供学生练习;有参考答案,便于自学;各章后均编配有单元测试题和参考答案供读者选用。书中附有全国部分高校上、下学期有机化学期末考试题和参考答案,及硕士研究生入学试题和参考答案,供读者复习时参考。

本书可作为本、专科学校开设“有机化学”课程的习题课教材和教学辅导用书,也可供高校青年教师、科技人员及报考硕士研究生的考生参考;同时也是本、专科函授学员自学“有机化学”的良师益友。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学解题技巧 / 赵文献, 孟团结, 刘澜涛主编.  
—2 版. —成都: 西南交通大学出版社, 2016.4  
普通高等院校规划教材. 化学化工类  
ISBN 978-7-5643-4524-2

有... 赵... 孟... 刘... 有机化  
学 - 高等学校 - 题解 . O62-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 012218 号

普通高等院校规划教材——化学化工类  
有机化学解题技巧

(第二版)

主编 赵文献 孟团结 刘澜涛

责任编辑 牛 君

封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社  
(四川省成都市二环路北一段 111 号  
西南交通大学创新大厦 21 楼)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川五洲彩印有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印 张 25.25

字 数 660 千

版 次 2016 年 4 月第 2 版

印 次 2016 年 4 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-4524-2

定 价 55.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 《有机化学解题技巧》

编委会

主 编 赵文献 孟团结 刘澜涛

编 委 (以姓氏笔画为序)

王晓娟 王 涛 王晶晶 王 静

冯翠兰 刘 双 刘新明 刘澜涛

许 凯 李 峰 孟团结 赵文献

## 序 言

有机化学同其他自然科学一样，其任务有二：一是认识世界，二是改造世界。有机化学是其他很多学科的基础，故理、工、农、医等各类院校的许多专业均开设有机化学课程。

对于人类已积累起来的知识和理论，我们要相信，但不能迷信，不相信则无法继承，迷信则不能创新。对于有机化学已有的知识和理论，也应报同样的态度，首先是相信，是学习，是继承。了解其全貌和实质，掌握其精髓，然后是发扬光大，改进、完善和创新。

有机化学的教与学也有三个相互关联的重要环节，讲授、实验和练习。多做练习无疑是掌握有机化学的基本知识和理论、提高分析问题和解决问题能力、发展学生智力所不可缺少的手段。就目前情况而言，可供讲授和实验的教材都有许多种，但可供做练习或习题课的合适教材却没有，因此，《有机化学解题技巧》这本书的出版，正弥补了这种不足，将对有机化学的教与学起到重要作用。

这本书每章均对基本概念和基本知识给予了概括的介绍，对各种解题技巧进行了讨论，并举例加以说明，也提供了大量的练习题供练习用，且附有答案，选取的练习题，均具有典型性、代表性，由易到难，循序渐进，故该书也便于自学。

现有的教科书就其编写而言，有的是独著，有的是集体编写，二者各有其优缺点，前者文字和风格统一，但局限于一人之见，往往失之于偏颇，后者能集思广益，但难以做到文字和风格的统一。本书系三十余所院校的教师集体编写，在文字和风格上比较统一，实属难能可贵。

一本教材能否被广泛采用，其寿命是长是短，首先在于它的创新性和实用性，在于它的特色，还在于它能否跟上时代的步伐，在不断地完善和提高。衷心祝愿这本书能在图书的百花园中常开不谢，芬芳永驻。

蔡 崑

92.5.于河南新乡

## 第二版前言

由商丘师范学院主编的《有机化学解题技巧》(第一版)于1993年出版。第一版出版后,全国40多所高校选用其作为本科生的习题课教材和研究生准备入学考试的参考书,已使用了23年之久。在此期间,有机化学在理论、方法和前沿领域的应用方面都已取得极大的进展,而化学教学在方法和技术上也有了前所未有的改革和变化。为了适应新的教学形势和需要,赵文献教授决定编写《有机化学解题技巧》(第二版)。为此编写组召开了工作会议,确立了教材要与时代的发展同步前进的原则,明确了第二版的编写目标:要科学地反映学科的核心知识内容和基本特点;要符合学习对象的认知规律;要有利于全面培养学生的科学素质和创新能力;要加强基础知识和前沿领域的密切结合;要紧跟全国大多数高校和科研院所有机化学考研试题内容和形式变化的步伐。根据此目标,主要从上述五方面对第一版进行了修订。

23年来,商丘师范学院化学化工学院在本科教学和培养、硕士研究生教学和培养及科学研究等方面均发生了翻天覆地的变化。在全院师生的共同努力下,化学专业、应用化学专业、化工专业、精细化工专业的全院考研录取率保持在50%以上。其中化学专业的考研录取率连续3年保持在60%以上。近4年全院的考研录取总人数达到了446人,化学化工学院每年的考研录取总人数占全校各年录取总人数的六分之一(1/6)强。相当多的优秀学生考取了211大学、985大学及中科院系统的硕士研究生或硕博连读研究生。该教材在其中所起的积极作用,功不可没。

在化学化工学院全体基础化学教学团队任课教师的共同努力下,2012年我院成功获批“河南省基础化学教学团队”建设项目。该项目经费的资助使本书的第二版正式出版。

近5年来,在化学化工学院全体师生的共同努力下,学院教师中博士(后)总人数已达40多人,共主持国家自然科学基金项目35项;年均发表高水平SCI学术论文60余篇,指导的在读硕士生达32人;建有“药物绿色合成河南省工程实验室”“生物分子识别与传感河南省重点实验室”“河南省光电功能材料工程技术研究中心”3个省级科研平台,以及“河南省生物纳米分析化学创新团队”“河南省药物研

发和 C—H 键活化重组创新型科技团队 ” 两个省级创新团队。分析检测所用的大型仪器基本齐全 , 如 400 MHz 核磁共振仪、X 射线单晶衍射仪、高分辨质谱仪、红外光谱仪、元素分析仪、X 射线粉末衍射仪、旋光仪、无水无氧操作箱、高效液相色谱仪、气-质联用仪、气相色谱仪、原子力显微镜、扫描电化学显微镜、圆二色谱仪、高分子流变仪等。新建的 “ 制药工程 ” “ 功能材料 ” “ 化学能源科学与工程 ” 三个工学本科专业开始招生。

本书编写分工如下：赵文献（主编，统稿、定稿），孟团结（主编，编写第十一、十二章），刘澜涛（主编，编写第十三、十四章），刘新明（编写第一、二章），王晓娟（编写第三、四章），王静（编写第五、六章），王晶晶（编写第七、十五、十六章），许凯（编写第九、十章），李峰（编写第八、十九章），冯翠兰（编写第十七、十八章），刘双（编写第二十、二十一章），王涛（编写附录）。

由于编者水平有限，书中遗漏和不妥之处在所难免，希望读者提出宝贵意见。

编 者  
2015 年 6 月

## 编者的话（第一版）

《有机化学解题技巧》是根据国家教委师范教育司领导的指示和要求，结合当前各类本、专科“有机化学”教学的需要，由多所大学、学院、师专、教院化学系、化工系等长期在一线任教的有丰富教学经验的教师，根据自己多年来教学的体会编写的具有自身特色和风格的教科书，是主要讲解解答有机化学习题技巧和方法的书。

“有机化学”是各类本专科院校化学、化工、生物等专业必修的基础课。该课程难教难学是我们共同的体会。我们认为其原因是：(i) 课程本身的特点：实践性很强，说理性较高，内容浩瀚；注重基本概念和解题技巧，而这种技巧是散现在教材中的，学生感到不易把握。(ii) 内容多、课时少，主讲教师不可能对各类疑难问题展开详述。

在多年的教学实践中我们体验到，要掌握有机化学的基础知识、基本概念和基本理论，提高分析问题和解决问题的能力，多做习题无疑是不可缺少的手段。按照国家教委一九八九年四月下达的教学大纲“教学建议”中“认真上好习题课，组织好课堂讨论，帮助学生掌握学习有机化学的规律，提高学生自学、书写和口头表达能力”的精神，各校不同程度地开设了习题课。然而，长期以来，因没有合适的教材，时讲时停，起不到应有的作用。为此，我们结合有机化学教学的实际，经众多编者反复修改、补充，编著了此书。旨在给学生打开学习“有机化学”的钥匙。如果真的能成为一把钥匙，我们将感到欣慰。

学生对大学有机化学课程的理解可能并不困难，但对于所学知识的运用则经常会遇到问题。多解习题无疑是掌握和巩固有机化学知识，从而解决上述问题的有效方法之一。对于初学者来说，这一点尤为重要。解答问题，不仅能训练学生分析问题与解决问题的能力，还能帮助他们巩固和加深对基本概念和理论的理解，是学好有机化学的必由之路。因此，历来为人们所重视。但是根据编者多年的教学经验，相当一部分同学不能灵活运用已掌握的知识进行解题，尤其是碰到难题就手足无措，不知如何“下手”。这些同学对解答有机化学习题缺乏应有的技巧。实践证明，单纯依靠有机化学知识的堆积，而不掌握解题技巧是不行的。本书是针对这一情况编著的。目的在于为读者提供一种解答有机化学习题的方法和技巧，提高解题速度和准确性，提高教学质量，起到抛砖引玉的作用。

本书比较全面地分析、总结了各类有机化学习题的解题方法和技巧。书中对各类解题技巧分别进行了讨论，并举例加以说明，有利于教与学；有习题，供练习运用；有参考答案，便于自学；各章后均编配有单元测试题和参考答案供读者选用。书中附有全国部分高校上、下学期有机化学期末考试题和参考答案，供读者复习时参考。



本书可作为本、专科开设“有机化学”课程院校的习题课教科书，也可供高校青年教师、科技人员及报考硕士研究生的同志们参考，同时亦是本、专科函授学员自学“有机化学”的良师益友。

本书按官能团体系编排，共分二十一章。所涉及的内容，主要是依据国家教委颁发的综合性大学、师范院校《有机化学教学大纲》的内容和要求，参考近年国内外通用教材中的习题而编著的。其中绝大部分内容已在编者所在院校的教学中使用。为了教学的方便，每章开始对本章的目的要求，有关基本概念、基础知识，均概括介绍。例题、练习题的选取，尽量具有典型性，代表性，内容力求由浅入深，循序渐进。需要指出的是，由于有机反应的复杂性，答案可能有多个，我们给出的并不是唯一的，解法也不一定是最佳的，只是供读者学习参考。

除主编单位外，参加本书编著的单位有：郑州大学，河南师范大学，中州大学，河南医科大学，河南职业技术师院，西安联大师范学院，南阳师专，许昌师专，驻马店师专，商丘教育学院，商丘农专，河北承德石油高等专科学校，邢台师专，沧州师专，衡水师专，新疆建设兵团师专，咸宁师专，四川重庆师专，内蒙古包头师专，海拉尔师专，吉林延边师专，湖南娄底师专，郴州师专，海南通什师专，山西雁北师专，江苏盐城师专，南通师专，浙江舟山师专，甘肃庆阳师专，云南文山师专，黑龙江呼兰师专，江西吉安师专，江西上饶师专，安徽巢湖师专，山西忻州师专（排名不分先后）。

本书的编著结构并非与任何有机化学教材的结构都相适应。但是根据编者多年来的经验，此书配合以下四种有机化学教材（该书包括四种教材对应章节的所有习题类型）还算比较满意。

东北师大等五院校合编：《有机化学》，高教出版社，第二版；

汪小兰：《有机化学》，高教出版社，第二版；

蔡崑等编：《有机化学》，河南大学出版社；

谷亨杰等编：《有机化学》，高教出版社。

在本书的编著过程中，得到我国有机化学家、河南师范大学化学系蔡崑教授的热情鼓励和指教，并亲自为本书写了“序”。也得到了国家教委师范教育司领导及主编单位——商丘师专化生系领导、校领导的大力支持和帮助，在此深表感谢！

限于水平，书中不妥之处，敬希广大读者批评指正。

作 者  
一九九二年五月

# 目 录

第一章 烷 烃 .....	1
1-1 目的要求 .....	1
1-2 内容小结 .....	1
1-3 学生作业中常见问题分析 .....	7
1-4 各类习题解析 .....	8
1-5 本章测试题 .....	11
1-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	12
第二章 单烯烃 .....	15
2-1 目的要求 .....	15
2-2 内容小结 .....	15
2-3 学生作业中常见问题分析 .....	17
2-4 各类习题解析 .....	17
2-5 本章测试题 .....	23
2-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	24
第三章 炔烃和二烯烃 .....	28
3-1 目的要求 .....	28
3-2 内容小结 .....	28
3-3 学生作业中常见问题分析 .....	30
3-4 各类习题解析 .....	30
3-5 本章测试题 .....	35
3-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	37
第四章 脂环烃 .....	41
4-1 目的要求 .....	41
4-2 内容小结 .....	41
4-3 学生作业中常见问题分析 .....	41
4-4 各类习题解析 .....	41
4-5 本章测试题 .....	46
4-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	47
第五章 对映异构 .....	50
5-1 目的要求 .....	50
5-2 内容小结 .....	50
5-3 学生作业中常见问题分析 .....	51

5-4	各类习题解析	52
5-5	本章测试题	57
5-6	本章练习题、测试题参考答案	58
第六章	芳香烃	61
6-1	目的要求	61
6-2	内容小结	61
6-3	学生作业中常见问题分析	64
6-4	各类习题解析	64
6-5	本章测试题	73
6-6	本章练习题、测试题参考答案	74
第七章	现代物理实验方法的应用	79
7-1	目的要求	79
7-2	内容小结	79
7-3	学生作业中常见问题分析	82
7-4	各类习题解析	83
7-5	本章测试题	92
7-6	本章练习题、测试题参考答案	93
第八章	卤代烃	96
8-1	目的要求	96
8-2	内容小结	96
8-3	学生作业中常见问题分析	99
8-4	各类习题解析	100
8-5	本章测试题	110
8-6	本章练习题、测试题参考答案	112
第九章	醇、酚和醚	119
9-1	目的要求	119
9-2	内容小结	119
9-3	学生作业中常见问题分析	121
9-4	各类习题解析	121
9-5	本章测试题	130
9-6	本章练习题、测试题参考答案	133
第十章	醛和酮	144
10-1	目的要求	144
10-2	内容小结	144
10-3	学生作业中常见问题分析	146
10-4	各类习题解析	148
10-5	本章测试题	159

10-6	本章练习题、测试题参考答案 .....	161
第十一章	羧 酸 .....	167
11-1	目的要求 .....	167
11-2	内容小结 .....	167
11-3	学生作业中常见问题分析 .....	169
11-4	各类习题解析 .....	170
11-5	本章测试题 .....	178
11-6	本章练习题、测试题参考答案 .....	180
第十二章	羧酸衍生物 .....	184
12-1	目的要求 .....	184
12-2	内容小结 .....	184
12-3	学生作业中常见问题分析 .....	187
12-4	各类习题解析 .....	188
12-5	本章测试题 .....	194
12-6	本章练习题、测试题参考答案 .....	196
第十三章	含氮化合物 .....	201
13-1	目的要求 .....	201
13-2	内容小结 .....	201
13-3	学生作业中常见问题分析 .....	204
13-4	各类习题解析 .....	205
13-5	本章测试题 .....	218
13-6	本章练习题、测试题参考答案 .....	221
第十四章	含硫、磷的有机化合物 .....	231
14-1	目的要求 .....	231
14-2	各类习题解析 .....	231
第十五章	元素有机化合物 .....	237
15-1	目的要求 .....	237
15-2	内容小结 .....	237
15-3	各类习题解析 .....	238
15-4	本章测试题 .....	241
15-5	本章练习题、测试题参考答案 .....	242
第十六章	周环反应 .....	246
16-1	目的要求 .....	246
16-2	内容小结 .....	246
16-3	各类习题解析 .....	247
16-4	本章测试题 .....	250
16-5	本章练习题、测试题参考答案 .....	253

第十七章 杂环化合物 .....	258
17-1 目的要求 .....	258
17-2 内容小结 .....	258
17-3 学生作业中常见问题分析 .....	258
17-4 各类习题解析 .....	259
17-5 本章测试题 .....	264
17-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	266
第十八章 碳水化合物 .....	270
18-1 目的要求 .....	270
18-2 内容小结 .....	270
18-3 学生作业中常见问题分析 .....	272
18-4 各类习题解析 .....	272
18-5 本章测试题 .....	281
18-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	283
第十九章 氨基酸和蛋白质 .....	288
19-1 目的要求 .....	288
19-2 内容小结 .....	288
19-3 学生作用中常见问题与分析 .....	290
19-4 各类习题解析 .....	290
19-5 本章测试题 .....	293
19-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	294
第二十章 萜类和甾族化合物 .....	297
20-1 目的要求 .....	297
20-2 各类习题解析 .....	297
20-3 本章练习题参考答案 .....	300
第二十一章 合成高分子化合物 .....	301
21-1 目的要求 .....	301
21-2 内容小结 .....	301
21-3 学生作业中常见问题分析 .....	301
21-4 各类习题解析 .....	302
21-5 本章测试题 .....	306
21-6 本章练习题、测试题参考答案 .....	307
附录 历年有机化学期终考试试题、研究生入学试题及参考答案 .....	312
参考文献 .....	389

# 第一章 烷 烃

## 1-1 目的要求

- (1) 掌握烷烃的系统命名法，并能熟练地由名称写出结构式。
- (2) 掌握同分异构现象并能熟练地推写出烷烃的各种同分异构体。
- (3) 能用分子间力的观点解释烷烃的沸点、熔点变化规律。
- (4) 掌握烷烃的卤代反应-自由基反应的条件、历程及自由基的稳定性。
- (5) 能用纽曼投影式写出烷烃的不同构象并能比较其各种构象的稳定性。

## 1-2 内容小结

### 一、烷烃的同分异构现象

#### 1. 概 念

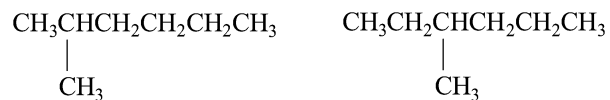
具有相同的分子式，而构造式不同的化合物互称同分异构体，这种现象称为同分异构现象。

#### 2. 推算简单烷烃的同分异构体 ( $C_7H_{16}$ )

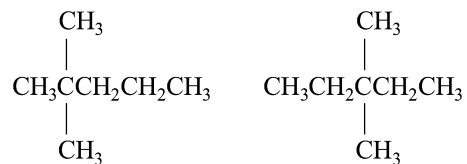
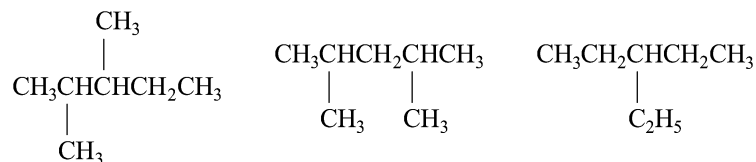
(1) 写出此烷烃的最长直链式：



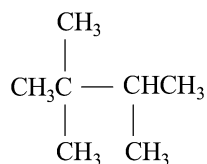
(2) 再写少 1 个 C 原子的直链，另一个 C 作为取代基。



(3) 再写少 2 个 C 原子的直链，另 2 个 C 作为取代基。



(4) 以此类推，再写少 3 个 C 原子的直链。



不重复的结构只能写出 9 个。

随着碳原子数的增加，同分异构体的数目增加很快（表 1-1）：

表 1-1 烷烃的同分异构体数目与 C 原子数的关系

C 原子数	6	7	...	10	...	13	...	25	...
同分异构体数	5	9	...	75	...	802	...	3 679 万多	...

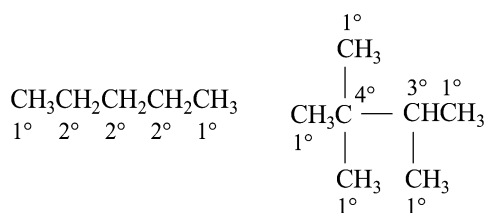
## 二、碳原子和氢原子的类型

伯碳：又称第一碳，用  $1^\circ$  表示——与 1 个 C 原子直接相连。

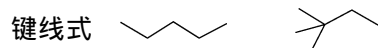
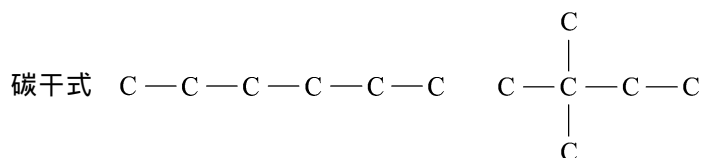
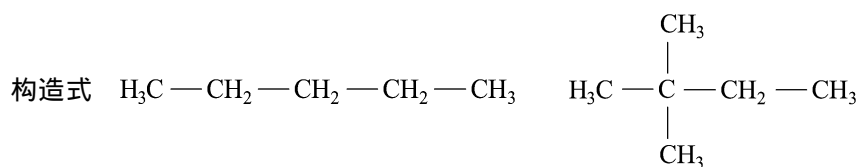
仲碳：又称第二碳，用  $2^\circ$  表示——与 2 个 C 原子直接相连。

叔碳：又称第三碳，用  $3^\circ$  表示——与 3 个 C 原子直接相连。

季碳：又称第四碳，用  $4^\circ$  表示——与 4 个 C 原子直接相连。



## 三、构造式的表示



### 1. 普通命名法

$$\text{CH}_4 \quad \text{甲烷} \qquad \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \quad \text{正丁烷}$$
$$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3 \quad \text{正十二烷}$$
$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \quad \text{正戊烷}$$
$$\begin{array}{l} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

异戊烷

新戊烷

(1) 选主链：

(2) 编号：

从距支链最近一端将主链碳原子依次编号。

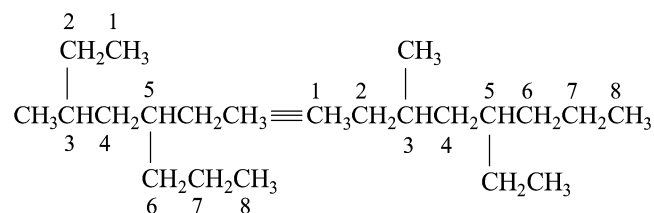
主链两端等距离含有支链时，编号从距第三个取代基近端开始或小基团优先。

(3) 名字书写：

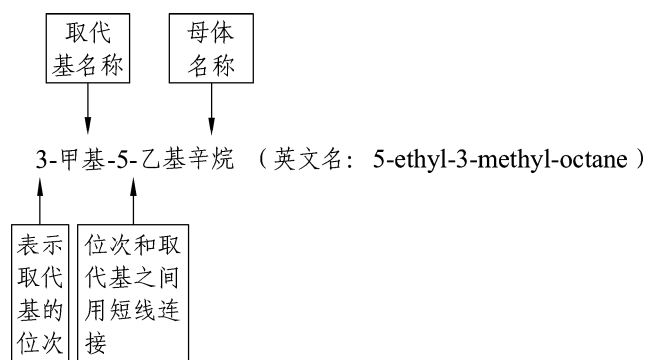
书写名字时，取代基在前，主链名在后。写取代基时，要连同其位次。相同的取代基要合并，但位次及个数必须写明。先后顺序是小基团在前，大基团在后。位次与基团间及基团与基团间均需加短横线“-”。

(4) 取代基：

取代基的名称多用普通名，只有很复杂的取代基才用系统名称。







## 五、烷烃的构象

烷烃分子的 $\sigma$ 键可以自由旋转, 由于 $\sigma$ 键的旋转而产生的分子间各原子在空间的不同排布形象叫作构象。构象有无数种, 但常写几种极限式。在各种构象中, 基团或原子相距较远时能量低而稳定, 例如, 在正丁烷的纽曼投影式中, 对位交叉式最稳定。

## 六、烷烃的物理性质

### 1. 物质状态

常温常压下, 1~4 个 C 原子的烷烃为气体; 5~16 个 C 原子的烷烃为液体; 17 个以上 C 原子的烷烃为固体。

### 2. 沸点 (b.p.) (图 1-1)

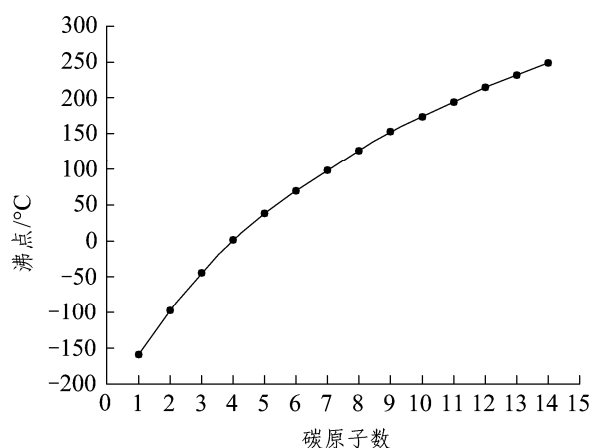


图 1-1 正烷烃的沸点曲线

(1) 直链烷烃: 直链烷烃的沸点随着分子量的增加而有规律地升高 (表 1-2)。

表 1-2 不同 C 原子数的烷烃的沸点

烷烃	甲烷 (16)	乙烷 (30)	差值	十一烷 (156)	十二烷 (170)	差值
沸点/°C	-164	-88.6	75.4	195.9	216	20.4