

天然产物

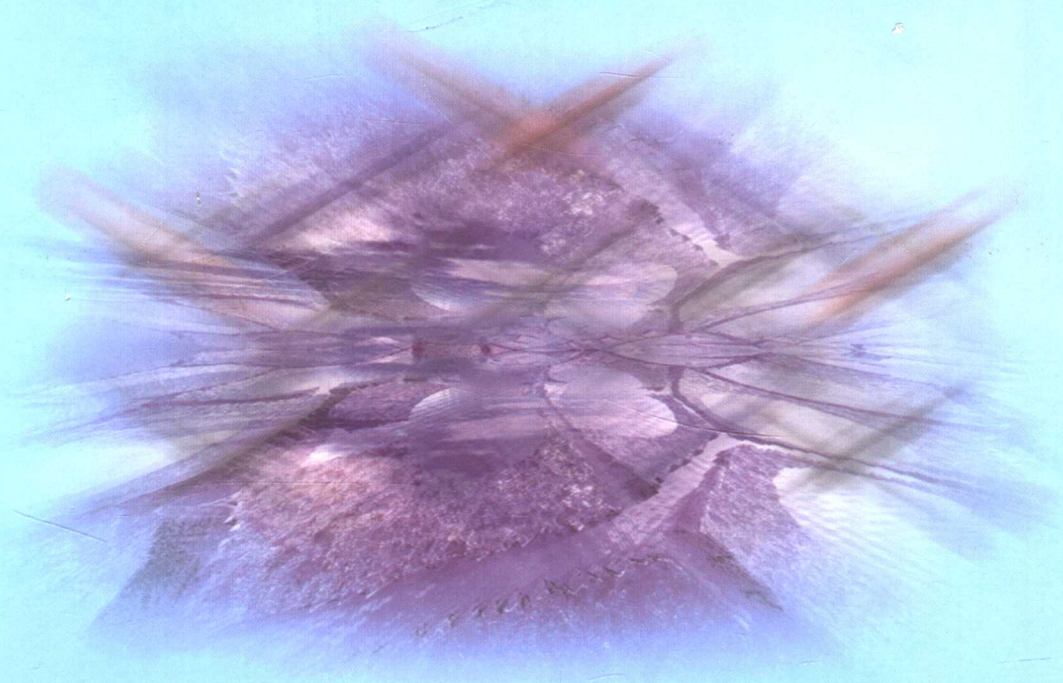
核磁共振

^{13}C -NMR 碳谱分析

Analysis of Natural Products

主编 龚运淮 丁立生

中国科学院成都生物研究所



● 云南科技出版社

Yunnan Science and
Technology Press



天然产物

核磁共振 碳谱分析

主编 龚运淮 丁立生

中国科学院成都生物研究所

编委 彭树林 龚 萍 凌 敏
李帮经 李艳辉 陈文尊
李 锐 官艳丽 廖 循

● 云南科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

天然产物核磁共振碳谱分析 / 龚运淮, 丁立生主编.
昆明: 云南科技出版社, 2005. 2

ISBN 7-5416-2139-0

I. 天 ... II. ①龚...②丁 ... III. 天然有机化合物—核
磁共振—数据—分析 IV. 0629

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 016098 号

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

昆明市五华区教育委员会印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 66.5 字数: 1320 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1~800 册 定价: 180.00 元

序 言

我国天然产物资源丰富，中草药应用历史悠久，为天然产物研究提供了得天独厚的优越条件。抗疟药青蒿素、抗智障药石杉碱的发明更吸引了国际天然药物开发研究者的关注，推动着天然产物化学的研究。

在天然产物化学的结构研究中，核磁共振谱分析是卓有成效的，而碳核磁共振技术又是其关键。因此，1986年出版的由龚运淮教授编著的《天然有机化合物的 ^{13}C 核磁共振化学位移》一书深受欢迎，并早已脱销。它也是一本我案头常备的参考书之一。近十多年来，碳氢相关谱 HMBC 与 HMQC 等技术日益普及，但碳谱分析仍然是基础。

随着我国经济发展，目前大多数化学与药学的教学研究单位都已备有大型的超导核磁共振仪，使化学研究工作进入了一个新的水平。可是，相关的中文参考书仍相当缺少。已退休多年的龚运淮教授在与时俱进、为科学奉献的责任心驱使下，并受中国科学院成都生物研究所的邀请，与丁立生研究员等一道在原书基础上对内容作了许多增补和改写。为适应我国日益蓬勃发展的天然产物化学研究又补充了许多近年来发展较快的萜类（特别是二萜类与倍半萜类）、黄酮类及苷类化合物的化学位移数据，收集化合物的总数增加了百分之五十，达四千一百余个。化合物结构的正确推导取决于碳氢周围环境，整体分子与类似物的比较。因此，类似物的数据愈多愈有利。另外，计算机的普及应用，使作者能够录制各类化合物的结构与碳化学位移数据，便于读者快捷查阅与分析。本书还附有氘代溶剂图谱与参数，常见基团碳化学位移表等。这是一本工具书和参考书兼而有之的好书，它的出版定将受到有机化学、药物化学、生物化学等研究者的欢迎，特此表示祝贺。

徐任生

二〇〇四年六月 美国加州

出版说明

随着近年来天然产物研究的兴起和中药现代化的推进,天然产物化学,尤其是中草药化学成分的结构阐明愈来愈成为相关研究和开发的基础。在这方面, ^{13}C 核磁共振谱起到了极其重要的作用,它已成为确定天然产物结构最常用的一种波谱方法。当然,相关的 ^{13}C 核磁共振化学位移数据手册便成为结构解析最必需的一种工具。

虽然本人在1986年编写的《天然有机化合物的 ^{13}C 核磁共振化学位移》和其它类似的书籍和手册对于天然产物的结构鉴定发挥了积极的作用,但由于数据收集有限,特别是后来出现的许多天然产物的 ^{13}C 核磁共振化学位移数据未能反映出来。另外,现有的相关书籍和手册常常以表格的形式给出碳谱数据,读者查阅起来总觉不太方便。于是多年前本人便产生了编一本将化学结构与相应的 ^{13}C 核磁共振化学位移数据相结合且内容更加丰富手册。然而由于工作和其他原因,这个想法一直未付诸实现。三年前,受邀成为中国科学院成都生物研究所的客座研究员,在该所的支持下,本人与具有相同想法的丁立生研究员一道并邀约了几个同仁把这个工作开展了起来,终于完成了这个宿愿。

该书共收录具有生物活性的萜类、甾体、黄酮、生物碱、苷类等化合物达四千多个。在形式方面,全部以用数字化手段录制的分子结构与 ^{13}C 化学位移相关图来表达,并与该化合物名称、化学式、分子量以及实验用溶剂和文献等构成一套化合物基本数据体系,查看时直观方便,而且有助于分析数据与相关碳的关系和规律。这样做还可为今后推出相应的电子图书(光盘版)作准备。

在本书的第一编概述了一些关于 ^{13}C NMR的原理和应用方面的基本知识。因为这些年来有关核磁共振波谱原理和方法的著述很多,并且这方面的知识也较为普及,故本书重点放在数据方面。关于二维谱等新技术,它们用于解析天然化合物分子结构已突显其重要性,但其个性化较强,尚未找到普遍适用的规律,本书只作简略介绍。实际上迄今为止,一维核磁共振谱,特别是 ^{13}C 核磁共振化学位移指定和对比仍然是天然产物分子结构解析和确定的基础和基本方法。

十多年前,在《天然有机化合物的 ^{13}C 核磁共振化学位移》一书出版时就得到了老前辈梁晓天教授和陈耀祖教授的鼓励和支持。在现在这本书的编写过程中,梁先生多次询问其进展,甚至在病中也托家人来信表示关心。还有,远隔重洋的徐任生教授这些年来一直关心本书的编辑工作并提出了不少宝贵意见,当不久前我请他为拙作写序言时,他在一两天内就写好传来。其迅速使我倍受感动。这几位学界的资深学者如此关照,不只是对我个人的好意,而应该说是他们对天然产物化学可持续发展的关心。在本书出版之际,我对他们表示崇高的敬意和诚挚的感谢。

多年来,一些同事和朋友,有赵树年、魏均娴、杜元冲、吴风镗、张友杰、陈慧泉、

出版说明

谢金伦、陈于澍、陈昌祥、聂瑞麟、邱明华等教授（研究员），他们以各种方式对我们这项工作给予关心、支持和帮助。还有，这本书之能顺利出版也得力于云南科技出版社史青编审的大力支持和出色的工作，在此一一表示衷心的感谢。

本书收录化合物有几千，相关数据条有十多万，虽经多次核查，但难免有不少疏漏和错录之处。加上编者学识有限，可能会导致此书错误之处也不少，务请广大读者批评指正。

龚运淮

2004 年 6 月

目 录

第一篇 ^{13}C 核磁共振的理论基础及其应用

第一章 基本原理	(3)
1.1 核磁共振 (NMR)	(3)
1.2 ^{13}C 核磁共振的灵敏度	(4)
1.3 脉冲傅里叶变换核磁共振的基本原理	(6)
第二章 ^{13}C 核磁共振图谱参数	(11)
2.1 化学位移	(11)
2.2 偶合常数	(15)
2.3 弛豫和核奥沃豪斯效应	(17)
第三章 ^{13}C 核磁共振图谱指定技术	(21)
3.1 宽带去偶	(21)
3.2 偏共振去偶	(21)
3.3 选择性去偶及远程选择性质子去偶	(22)
3.4 DEPT 和 INEPT 技术	(23)
3.5 碳—氢相关谱	(23)
3.6 碳—氢远程相关谱	(23)
3.7 碳—碳相关谱	(23)
3.8 谱图指定中的化学方法	(23)
第四章 ^{13}C 谱图指定的一般步骤和示例	(26)
4.1 ^{13}C 谱图指定的一般步骤	(26)
4.2 一些天然产物的结构测定示例	(27)

第二篇 天然产物的 ^{13}C NMR 化学位移数据

第五章 萜类化合物	(37)
5.1 单萜	(37)
单萜分子的基本骨架	(37)
5.1.1 链状单萜类	(38)
5.1.1.1 链型 (0001-0031)	(38)
5.1.2 单环单萜类	(42)

目 录

5.1.2.1 薄荷烷型 (0032-0065)	(42)
5.1.2.2 环柠檬型 (0066-0069)	(47)
5.1.2.3 凸背藻型 (0070-0079)	(47)
5.1.3 双环单萜类	(49)
5.1.3.1 葑烷型 (0080-0089)	(49)
5.1.3.2 蒎烷型 (0090-0097)	(50)
5.1.3.3 茨烷型 (0098-0103)	(51)
5.1.3.4 薜烷型 (0104-0110)	(52)
5.1.4 环烯醚萜单萜类	(53)
5.1.4.1 C ₉ 环烯醚萜及苷型 (0111-0139)	(53)
5.1.4.2 C ₁₀ 环烯醚萜及苷型 (0140-0193)	(59)
5.1.4.3 环烯醚萜双苷型 (0194-0207)	(69)
5.1.4.4 裂环烯醚萜及苷型 (0208-0225)	(73)
5.1.5 其他单萜类 (0226-0233)	(77)
5.2 倍半萜	(79)
倍半萜分子的基本骨架	(79)
5.2.1 链状倍半萜类	(83)
5.2.1.1 链类 (0234-0258)	(83)
5.2.2 单环倍半萜类	(89)
5.2.2.1 吉玛烷型 (0259-0330)	(89)
5.2.2.2 没药烷型 (0331-0349)	(101)
5.2.2.3 蛇麻烷型 (0350-0357)	(104)
5.2.2.4 单环金合欢烷型 (0358-0365)	(106)
5.2.2.5 榄香烷型 (0366-0373)	(107)
5.2.2.6 其他单环倍半萜 (0374-0381)	(108)
5.2.3 萜环倍半萜类	(110)
5.2.3.1 杜松烷类 (0382-0396)	(110)
5.2.3.2 孤木烷型 (0397-0414)	(113)
5.2.3.3 桉烷型 (0415-0454)	(116)
5.2.3.4 萍瑚烷型 (0455-0459)	(123)
5.2.3.5 血菝烷型 (0460-0471)	(124)
5.2.3.6 弗罗丹烷型 (0472-0475)	(126)
5.2.4 萹环倍半萜类	(127)
5.2.4.1 愈创木烷型 (0476-0518)	(127)
5.2.4.2 墨西哥堆心菊烷型 (0519-0536)	(134)
5.2.4.3 胡萝卜烷型 (0537-0548)	(138)
5.2.4.4 乳菇素烷型 (0549-0559)	(140)
5.2.4.5 萹环倍半萜苷 (0560-0582)	(142)

5.2.5 茛环倍半萜类	(150)
5.2.5.1 蒜素烷型 (0583-0590)	(150)
5.2.5.2 它普烷型 (0591-0592)	(151)
5.2.5.3 刺参烷型 (0593-0595)	(152)
5.2.5.4 葡萄孢菌素型 (0596-0598)	(152)
5.2.5.5 缬草烷型 (0599-0604)	(153)
5.2.6 其他双环倍半萜类	(154)
5.2.6.1 单端孢菌素型 (0605-0630)	(154)
5.2.6.2 恰米烷型 (0631-0633)	(161)
5.2.6.3 香根螺烷型 (0634-0640)	(161)
5.2.6.4 石竹烷型 (0641-0645)	(163)
5.2.6.5 雪松烷型 (0646-0648)	(164)
5.2.7 三环倍半萜类	(165)
5.2.7.1 香树烷型 (0649-0661)	(165)
5.2.7.2 长叶松烷型 (0662-0666)	(167)
5.2.7.3 十二烷型 (0667-0668)	(168)
5.2.7.4 马兜铃烷型 (0669)	(169)
5.2.7.5 马榄烷型 (0670-0671)	(169)
5.2.7.6 斯蒂波烷型 (0672-0673)	(170)
5.2.7.7 原伊鲁烷型 (0674-0677)	(170)
5.2.7.8 三褶金格素型 (0678-0680)	(171)
5.2.7.9 前香草烷型 (0681-0684)	(171)
5.2.7.10 小皮伞菌素型 (0685-0687)	(172)
5.2.7.11 隐环菌素型 (0688-0689)	(173)
5.2.7.12 毛韧皮菌素型 (0690-0691)	(173)
5.2.7.13 小槽瑚烷型 (0692-0693)	(174)
5.2.7.14 异可明素型 (0694-0695)	(174)
5.2.7.15 翅果菊烷型 (0696-0697)	(175)
5.2.7.16 希菲比尔醇型 (0698-0699)	(175)
5.3 二萜	(176)
二萜分子的基本骨架	(176)
5.3.1 链状二萜类	(182)
5.3.1.1 链型 (0700-0707)	(182)
5.3.1.2 二呋喃链型 (0708-0711)	(184)
5.3.1.3 氧杂环庚烷链型 (0712-0714)	(185)
5.3.1.4 其他链型 (0715-0720)	(186)
5.3.2 单环二萜类	(187)
5.3.2.1 没药烷型 (0721-0723)	(187)

5.3.2.2 视黄烷型 (0724-0767)	(188)
5.3.3 双环二萜类	(199)
5.3.3.1 劳丹烷型 (0768-0874)	(199)
5.3.3.2 克罗烷型 (0875-0889)	(217)
5.3.3.3 双花益母草烷型 (0890-0894)	(220)
5.3.3.4 囊绒苔烷型 (0895-0904)	(221)
5.3.3.5 银杏内酯型 (0905-0906)	(223)
5.3.3.6 其他型 (0907-0910)	(223)
5.3.3.7 双环二萜昔型 (0911-0932)	(224)
5.3.4 三环二萜类	(231)
5.3.4.1 海松烷型 (0933-0952)	(231)
5.3.4.2 玫瑰烷型 (0953-0962)	(235)
5.3.4.3 闭花木烷型 (0963-0968)	(236)
5.3.4.4 松香烷型 (0969-0994)	(237)
5.3.4.5 海绵烷型 (0995-1010)	(242)
5.3.4.6 埃美素型 (1011-1014)	(244)
5.3.4.7 伊里醇型 (1015-1018)	(245)
5.3.4.8 三环二萜昔型 (1019-1022)	(246)
5.3.5 四环二萜类	(248)
5.3.5.1 贝壳杉烷型 (1023-1048)	(248)
5.3.5.2 贝叶烷型 (1049-1056)	(253)
5.3.5.3 阿替烷型 (1057-1064)	(254)
5.3.5.4 赤霉素型 (1065-1074)	(255)
5.3.5.5 鞘蕊花烷型 (1075-1077)	(257)
5.3.5.6 四环二萜昔型 (1078-1090)	(258)
5.3.6 大环二萜类	(261)
5.3.6.1 环庚烷亚类	(261)
愈创木烷型 (1091-1096)	(261)
马齿苋烷型 (1097-1100)	(262)
十一烷型 (1101-1104)	(263)
多拉斯烷型 (1105-1110)	(264)
阿贝-松香烷型 (1111-1114)	(265)
多弗烷型 (1115-1118)	(265)
巴豆烷型 (1119-1120)	(267)
离药草烷型 (1121-1122)	(267)
惕各烷型 (1123-1124)	(267)
5.3.6.2 环辛烷亚类	(268)
壳梭孢菌素型 (1125-1126)	(268)

5.3.6.3	环壬烷亚类	(269)
	塞尼辛素型 (1127-1132)	(269)
	塞尼亚叶烷 (1133-1138)	(270)
	环烷型 (1139-1144)	(271)
	紫杉烷型 (1145-1148)	(272)
5.3.6.4	环癸烷亚类	(273)
	布胺烷型 (1149-1154)	(273)
	多枝瑚烷型 (1155-1160)	(274)
5.3.6.5	环十一烷亚类	(275)
	多拉比烷型 (1161-1164)	(275)
5.3.6.6	环十二烷亚类	(276)
	比定美烷型 (1165-1166)	(276)
	可别特烷型 (1167-1168)	(276)
5.3.6.7	环十四烷亚类	(277)
	西柏烷型 (1169-1188)	(277)
	卡斯烷型 (1189-1190)	(280)
5.4	三萜	(281)
	一些三萜分子的基本骨架	(281)
5.4.1	四环三萜类	(283)
5.4.1.1	羊毛脂甾烷型 (1191-1192)	(283)
5.4.1.2	环阿尔廷烷型 (1193-1198)	(284)
5.4.1.3	升麻素型 (1199-1200)	(286)
5.4.1.4	类叶升麻素型 (1201-1204)	(287)
5.4.1.5	达玛烷型 (1205-1230)	(288)
5.4.1.6	甘遂烷型 (1231-1236)	(299)
5.4.1.7	葫芦烷型 (1237-1244)	(301)
5.4.1.8	苦楝素型 (1245-1258)	(304)
5.4.2	五环三萜类	(307)
5.4.2.1	齐敦果烷型 (1259-1350)	(307)
5.4.2.2	齐敦果昔型 (1351-1370)	(323)
5.4.2.3	木栓烷型 (1371-1384)	(333)
5.4.2.4	乌苏烷型 (1385-1404)	(335)
5.4.2.5	獐芽菜烷型 (1405-1408)	(338)
5.4.2.6	羽扇豆烷型 (1409-1418)	(339)
5.4.2.7	何帕烷型 (1419-1434)	(341)
5.4.2.8	羊齿烷型 (1435-1444)	(343)
5.4.2.9	其他型 (1445-1454)	(345)
5.5	萜类补充	(347)

5.5.1 单萜 (1455-1462)	(347)
5.5.2 倍半萜 (1463-1486)	(348)
5.5.3 二萜 (1487-1526)	(351)
5.5.4 三萜 (1527-1538)	(359)
第六章 甾体化合物	(362)
一些甾体分子的基本骨架	(362)
6.1 C ₂₁ 甾及相关甾体	(364)
6.1.1 雄甾烷类	(364)
6.1.1.1 5 α -雄甾烷型 (1539-1588)	(364)
6.1.1.2 雄甾烷烯酮型 (1589-1604)	(372)
6.1.1.3 5 β -雄甾烷型 (1605-1612)	(375)
6.1.2 强心甾内酯类	(377)
6.1.2.1 5 β -强心甾内酯型 (1613-1622)	(377)
6.1.2.2 5 α -强心甾内酯型 (1623-1628)	(379)
6.1.2.3 其他强心甾内酯型 (1629-1634)	(380)
6.1.3 孕甾烷类	(381)
6.1.3.1 5 α -孕甾烷型 (1635-1642)	(381)
6.1.3.2 孕甾烯酮型 (1643-1654)	(382)
6.1.3.3 5 β -孕甾烷型 (1655-1668)	(384)
6.1.3.4 其他孕甾烷型 (1669-1672)	(387)
6.1.4 雌甾烷类	(388)
6.1.4.1 雌甾烷型 (1673-1686)	(388)
6.1.4.2 雌甾酮型 (1687-1694)	(390)
6.2 C ₂₇ 甾及相关甾体	(392)
6.2.1 胆甾烷类	(392)
6.2.1.1 5 α -胆甾烷型 (1695-1720)	(392)
6.2.1.2 胆甾烯酮型 (1721-1734)	(401)
6.2.1.3 5 β -胆甾烷型 (1735-1742)	(405)
6.2.2 麦角甾烷类	(408)
6.2.2.1 5 α -麦角甾烷型 (1743-1754)	(408)
6.2.2.2 麦角甾烯醇型 (1755-1757)	(412)
6.2.2.3 蜕皮激素型 (1758)	(413)
6.2.3 螺甾烷类	(414)
6.2.3.1 螺甾烷型 (1759-1766)	(414)
6.2.4 胆烷类	(417)
6.2.4.1 胆酸型 (1767-1772)	(417)
6.2.4.2 胆酯型 (1773-1784)	(419)
6.3 甾体苷 (1785-1800)	(423)

第七章 芳香类化合物	(432)
一些芳香类化合物分子的基本骨架	(432)
7.1 黄酮	(436)
7.1.1 黄酮类	(436)
7.1.1.1 黄酮型 (1801-1904)	(436)
7.1.1.2 黄酮醇型 (1905-1928)	(456)
7.1.1.3 二氢黄酮型 (1929-1976)	(460)
7.1.1.4 二氢黄酮醇型 (1977-1988)	(469)
7.1.1.5 3-甲氧基黄酮型 (1989-2010)	(471)
7.1.1.6 其他黄酮型 (2011-2018)	(475)
7.1.2 异黄酮类	(478)
7.1.2.1 异黄酮型 (2019-2052)	(478)
7.1.2.2 异二氢黄酮型 (2053-2062)	(486)
7.1.2.3 紫檀烷型 (2063-2074)	(488)
7.1.2.4 鱼藤酮型 (2075-2082)	(492)
7.1.3 其他黄酮类	(495)
7.1.3.1 新黄酮型 (2083-2090)	(495)
7.1.3.2 噢呀型 (2091-2108)	(496)
7.1.3.3 高异黄酮和高异二氢黄酮型 (2109-2138)	(499)
7.1.3.4 双黄酮和双二氢黄酮型 (2139-2166)	(504)
7.1.4 查尔酮类	(514)
7.1.4.1 查尔酮型 (2167-2196)	(514)
7.1.4.2 二氢查尔酮型 (2197-2210)	(519)
7.1.4.3 查尔烷型 (2211-2218)	(521)
7.1.4.4 双查尔酮型 (2219-2222)	(523)
7.1.5 黄烷类	(524)
7.1.5.1 黄烷型 (2223-2228)	(524)
7.1.5.2 黄烷醇型 (2229-2242)	(525)
7.1.5.3 异黄烷型 (2243-2250)	(528)
7.1.5.4 其他黄烷型 (2251-2256)	(530)
7.1.6 黄酮苷类	(533)
7.1.6.1 黄酮氧苷型 (2257-2288)	(533)
7.1.6.2 黄酮碳苷型 (2289-2310)	(544)
7.1.6.3 黄酮醇苷型 (2311-2354)	(552)
7.1.6.4 二氢黄酮苷型 (2355-2370)	(569)
7.1.6.5 二氢黄酮醇苷型 (2371-2378)	(574)
7.1.6.6 查尔酮苷和二氢查尔酮苷型 (2379-2388)	(577)
7.1.6.7 黄烷苷型 (2389-2400)	(580)

7.1.7 黄酮木酯素类	(585)
7.1.7.1 黄酮木酯素型 (2401-2410)	(585)
7.2 香豆素、吡酮和色原酮	(589)
7.2.1 香豆素类	(589)
7.2.1.1 普通香豆素型 (2411-2446)	(589)
7.2.1.2 呋喃香豆素型 (2447-2466)	(593)
7.2.1.3 吡喃香豆素型 (2467-2478)	(596)
7.2.1.4 其他香豆素型 (2479-2500)	(598)
7.2.2 吡酮和色酮类	(605)
7.2.2.1 吡酮型 (2501-2520)	(605)
7.2.2.2 色酮型 (2521-2524)	(608)
7.3 蒽醌	(609)
7.3.1 蒽醌类	(609)
7.3.1.1 蒽醌型 (2525-2530)	(609)
7.3.1.2 苯并蒽醌型 (2531-2535)	(610)
7.3.1.3 蒽醌苷型 (2536-2538)	(611)
7.4 聚芳香化合物	(612)
7.4.1 聚芳香环类	(612)
7.4.1.1 聚芳香环型 (2539-2552)	(612)
7.5 木脂素	(614)
7.5.1 丁烷衍生物类	(614)
7.5.1.1 丁烷型 (2553-2562)	(614)
7.5.2 四氢呋喃类	(616)
7.5.2.1 单四氢呋喃型 (2563-2570)	(616)
7.5.2.2 并四氢呋喃型 (2571-2592)	(617)
7.5.3 苯基四氢萘类	(625)
7.5.3.1 苯基四氢萘型 (2593-2602)	(625)
7.5.3.2 苯基四氢萘并丁内酯型 (2603-2618)	(627)
7.5.4 联苯、苯并呋喃类	(630)
7.5.4.1 联苯环辛烷型 (2619-2632)	(630)
7.5.4.2 苯并呋喃型 (2633-2640)	(633)
7.5.4.3 氢化苯并呋喃型 (2641-2648)	(635)
7.5.5 苯并二氧六环类	(638)
7.5.5.1 苯并二氧六环型 (2649-2654)	(638)
7.5.5.2 双环庚烷型 (2655-2660)	(639)
7.5.6 其他木脂素类 (2661-2670)	(641)
第八章 生物碱	(645)
一些生物碱分子的基本骨架	(645)

8.1 有机胺生物碱	(649)
8.1.1 链状有机胺类	(649)
8.1.1.1 链型 (2671-2680)	(649)
8.1.2 非链状有机胺类	(650)
8.1.2.1 哌啶和吡咯烷型 (2681-2690)	(650)
8.1.2.2 麻黄碱型 (2691-2694)	(652)
8.1.2.3 秋水仙碱型 (2695-2706)	(652)
8.1.2.4 益母草碱型 (2707-2708)	(654)
8.2 吡咯、吡咯烷和吡咯里西定生物碱	(655)
8.2.1 吡咯和吡咯烷类	(655)
8.2.1.1 吡咯型 (2709-2715)	(655)
8.2.1.2 吡咯烷型 (2716-2720)	(656)
8.2.2 吡咯里西定生物碱类	(657)
8.2.2.1 吡咯里西定碱型 (2721-2731)	(657)
8.2.3 吡咯氮杂卓生物碱类	(659)
8.2.3.1 吡咯氮杂卓型 (2732-2736)	(659)
8.3 吡啶、哌啶、喹诺里西定和莨菪生物碱	(661)
8.3.1 吡啶生物碱类	(661)
8.3.1.1 普通吡啶型 (2737-2746)	(661)
8.3.1.2 烟碱型 (2747-2754)	(662)
8.3.1.3 其他吡啶碱型 (2755-2762)	(663)
8.3.2 哌啶生物碱类	(665)
8.3.2.1 普通哌啶型 (2763-2800)	(665)
8.3.2.2 哌啶碱型 (2801-2814)	(670)
8.3.3 喹诺里西定生物碱类	(672)
8.3.3.1 喹诺里西定型 (2815-2826)	(672)
8.3.3.2 久洛尼定碱型 (2827-2836)	(674)
8.3.3.3 苦参碱型 (2837-2840)	(675)
8.3.3.4 鹰爪豆碱型 (2841-2856)	(676)
8.3.3.5 萍蓬定碱型 (2857-2866)	(679)
8.3.3.6 石松碱型 (2867-2874)	(680)
8.3.4 莨菪生物碱类	(682)
8.3.4.1 托品烷型 (2875-2884)	(682)
8.3.4.2 苧基莨菪碱型 (2885-2888)	(684)
8.4 喹啉生物碱	(685)
8.4.1 喹啉碱类	(685)
8.4.1.1 普通喹啉碱型 (2889-2900)	(685)
8.4.1.2 茵芋碱型 (2901-2904)	(686)

8.4.2 喹啉酮类	(687)
8.4.2.1 喹啉酮型 (2905-2920)	(687)
8.4.2.2 吡啶酮型 (2921-2938)	(689)
8.4.2.3 瑞文尼碱型 (2939-2044)	(692)
8.4.2.4 山橙碱型 (2945-2948)	(693)
8.4.3 氢化喹啉碱类	(694)
8.4.3.1 四氢喹啉碱型 (2949-2951)	(694)
8.4.3.2 十氢喹啉碱型 (2952-2966)	(694)
8.4.3.3 全氢化吡啶碱型 (2967-2974)	(696)
8.4.4 喹啉碱类	(698)
8.4.4.1 喹啉碱型 (2975-2984)	(698)
8.5 异喹啉生物碱	(700)
8.5.1 普通异喹啉碱类	(700)
8.5.1.1 异喹啉碱型 (2985-2987)	(700)
8.5.1.2 氢化异喹啉碱型 (2988-3000)	(701)
8.5.1.3 苯基异喹啉碱型 (3001-3006)	(703)
8.5.1.4 苄基异喹啉碱型 (3007-3020)	(704)
8.5.1.5 螺苄基异喹啉碱型 (3021-3032)	(706)
8.5.1.6 苯并呋喃酮异喹啉碱型 (3033-3038)	(708)
8.5.1.7 双苄基/苯基异喹啉碱型 (3039-3052)	(710)
8.5.2 阿扑非碱类	(715)
8.5.2.1 原阿扑非碱型 (3053-3068)	(715)
8.5.2.2 阿扑非碱型 (3069-3090)	(718)
8.5.3 小蘖碱类	(722)
8.5.3.1 小蘖碱型 (3091-3124)	(722)
8.5.3.2 原阿片碱型 (3125-3130)	(728)
8.5.4 其他异喹啉碱类	(729)
8.5.4.1 酰胺型 (3131-3136)	(729)
8.5.4.2 吐根碱型 (3137-3146)	(730)
8.5.4.3 吗啡碱型 (3147-3156)	(733)
8.6 吲哚生物碱	(735)
8.6.1 普通吲哚碱类	(735)
8.6.1.1 吲哚型 (3157-3170)	(735)
8.6.1.2 二氢吲哚型 (3171-3176)	(737)
8.6.1.3 吲哚碱型 (3177-3186)	(737)
8.6.1.4 卟啉碱型 (3187-3198)	(739)
8.6.2 育亨宾碱类	(740)
8.6.2.1 育亨宾烷型 (3199-3214)	(740)

8.6.2.2 柯楠因碱型 (3215-3222)	(744)
8.6.2.3 阿吗碱型 (3223-3230)	(745)
8.6.2.4 长春曼胺型 (3231-3237)	(746)
8.6.2.5 萝芙木碱型 (3238-3244)	(748)
8.6.3 白坚木碱类	(749)
8.6.3.1 白坚木碱型 (3245-3260)	(749)
8.6.4 依波格碱类	(752)
8.6.4.1 依波格碱型 (3261-3274)	(752)
8.6.4.2 长春曼定碱型 (3275-3296)	(755)
8.6.5 氧化吲哚碱类	(758)
8.6.5.1 钩藤碱型 (3297-3304)	(758)
8.6.5.2 长春内任碱型 (3305-3312)	(760)
8.6.5.3 哈马特碱型 (3313-3320)	(763)
8.6.5.4 2-乙酰吲哚碱型 (3321-3326)	(765)
8.6.6 麦角碱类	(767)
8.6.6.1 麦角碱型 (3327-3332)	(767)
8.6.6.2 二氢麦角碱型 (3333-3344)	(768)
8.6.6.3 其他麦角碱型 (3345-3348)	(770)
8.6.7 马钱子碱类	(771)
8.6.7.1 马钱子碱型 (3349-3358)	(771)
8.6.8 二聚吲哚碱类	(774)
8.6.8.1 线连二聚吲哚碱型 (3359-3370)	(774)
8.6.8.2 并连二聚吲哚碱型 (3371-3382)	(778)
8.6.9 其他吲哚碱类	(783)
8.6.9.1 苯基吲哚碱型 (3383-3390)	(783)
8.6.9.2 蓬莱葛任碱型 (3391-3396)	(784)
8.6.9.3 老刺木碱型 (3397-3401)	(786)
8.6.9.4 其他碱型 (3402-3412)	(787)
8.7 二萜生物碱	(790)
8.7.1 C ₁₉ 二萜生物碱类	(790)
8.7.1.1 乌头碱型 (3413-3464)	(790)
8.7.1.2 牛扁碱型 (3465-3494)	(803)
8.7.1.3 二氧亚甲基型 (3495-3510)	(809)
8.7.1.4 氨缩醛型 (3511-3516)	(812)
8.7.1.5 C-18 甲基型 (3517-3525)	(813)
8.7.1.6 C-18 去甲基型 (3526-3533)	(814)
8.7.1.7 其他 C ₁₉ 二萜生物碱型 (3534-3539)	(816)
8.7.2 C ₂₀ 二萜生物碱类	(818)