

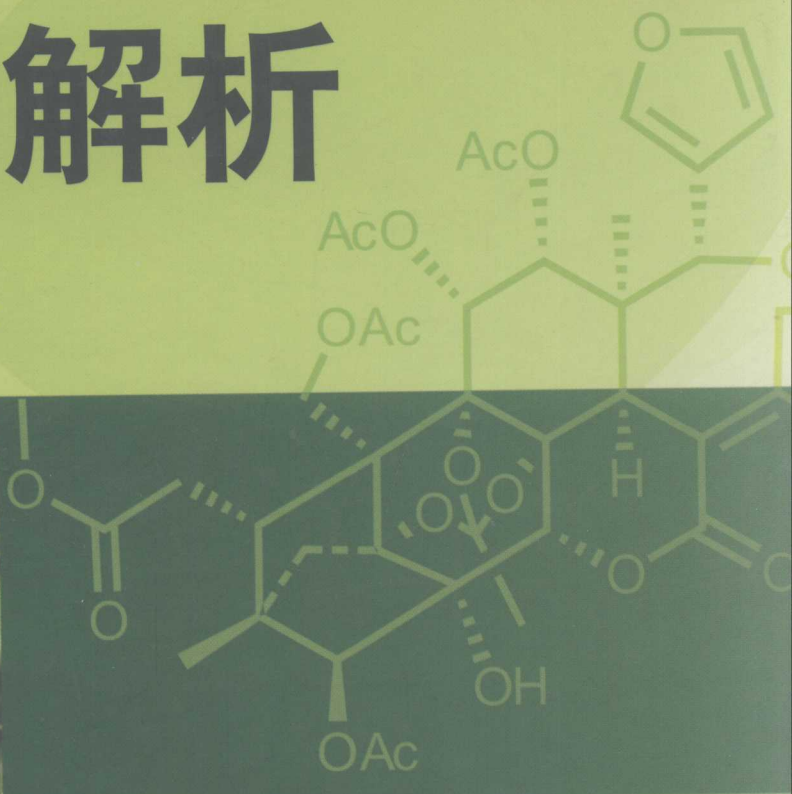


国家科学技术学术著作出版基金出版

SUPPORTED BY THE NATIONAL FUND FOR ACADEMIC PUBLICATION IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

复杂天然产物 波谱解析

孔令义 编著



中国医药科技出版社

0601
2013/1

阅 览



国家科学技术学术著作出版基金出版

SUPPORTED BY THE NATIONAL FUND FOR ACADEMIC
PUBLICATION IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

复杂天然产物波谱解析

孔令义 编著



中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书分为上篇和下篇。上篇包括四章,系统介绍紫外光谱、红外光谱、核磁共振波谱和质谱的基本原理、实际应用和最新进展,重点介绍二维核磁共振和质谱的各种新技术。下篇包括十章,选取了有代表性的88个天然产物,涵盖了香豆素、木脂素、醌类、黄酮、单萜和倍半萜、二萜、三萜、皂苷、生物碱等几乎所有主要类型。每一类型化合物为一章,首先介绍该类化合物在自然界的分布、生理活性、结构分类,然后阐述其有代表性的波谱规律及如何综合运用这四大波谱解析典型化合物的结构。每章的内容介绍都力求简明扼要,引导初学者理论联系实际由浅入深地逐渐掌握波谱技术的应用。本书可作为相关专业高年级本科生和研究生的教学和实用参考书,也可作为广大中药和天然药物相关研究人员用于实际工作的指导手册。

图书在版编目(CIP)数据

复杂天然产物波谱解析/孔令义编著. —北京:
中国医药科技出版社, 2012. 9
ISBN 978 - 7 - 5067 - 5406 - 4

I. ①复… II. ①孔… III. ①天然有机化合物 - 波谱
分析 IV. ①O629

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 032399 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 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

规格 787 × 1092mm 1/16

印张 60

字数 1276 千字

版次 2012 年 9 月第 1 版

印次 2012 年 9 月第 1 次印刷

印刷 南宫市印刷有限责任公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 5406 - 4

定价 158.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

参 编 人 员

罗建光	李 茜	汪俊松	高博彦	刘 琳
杨 春	陶艳艳	侯志国	张 耀	陈 霞
李 璐	周政政	张思佳	周 婵	李 良
金 晶				

序

创新药物的开发总的来说有天然来源和人工合成两种途径,无论是从动植物体内通过提取分离得到的天然化合物,还是通过化学方法得到的合成化合物,如果显示有较好的生物活性,准确测定其化学结构是研究和开发这类化学实体新药的基础和前提。有机化合物的结构测定最早采用化学方法,但从上世纪六、七十年代以后以紫外光谱、红外光谱、核磁共振波谱和质谱为代表的波谱技术得到了迅猛发展,特别是八十年代以后各种二维核磁共振波谱技术的逐步开发和普及应用使有机化合物的结构研究变得快速方便,现在波谱技术已经成为有机化合物结构测定最主要的手段。故对于药学、化学相关领域的研究生和科研工作者来说,掌握有机化合物波谱解析的理论和知识,特别是在实际工作中熟练应用现代波谱技术解决复杂有机化合物结构问题显得尤为重要。对于初学者来说,在掌握了波谱解析基本的理论知识后,提高有机化合物波谱解析能力最有效的途径应该是识别各类化合物的图谱,增加实践经验。而目前尽管国内外出版了一些关于波谱解析的书籍,但大部分重点介绍基本的原理和方法,所举实例只是涉及简单有机分子的结构解析,我国尚无系统论述复杂天然有机化合物波谱解析策略并提供大量各类化合物的全套图谱供读者学习实践的参考书。

这本《复杂天然产物波谱解析》是作者针对上述现状,面向人才培养和科学研究的迫切需求,在自己科研工作的基础上,结合我国著名天然产物研究机构的研究成果,并参考大量国内外专著和文献编写而成。本书分为上篇和下篇。上篇包括四章,系统介绍紫外光谱、红外光谱、核磁共振波谱和质谱的基本原理、实际应用和最新进展,重点介绍二维核磁共振和质谱的有关新技术。下篇包括十章,精心选取了88个有代表性的各类天然产物及其全套图谱,涵盖了香豆素、木脂素、醌类、黄酮、单萜和倍半萜、二萜、三萜、皂苷、生物碱等几乎所有主要类型。每一类型化合物单列为一章,首先介绍该类化合物在自然界的分布、生理活性、结构分类,然后阐述其主要的波谱规律以及如何综合运用这四大波谱解析典型化合物的结构。本书的特点不仅是简明扼要地介绍波谱解析的理论和最新进展,而且通过大量的典型图谱实例阐明了综合解析复杂天然产物结构的方法,这样既能帮助读者逐渐提高综合运用谱学技术解决实际问题的能力,又能为读者逐渐积累解析各类天然产物结构的实践经验。本书可作为药学、化学相关专业本科生和研究生的教学参考书,也可供中药和天然药物领域的科研人员在实际工作中参

考查阅。

本书作者孔令义教授是活跃在我国天然药物化学和中药化学领域的优秀中青年学者，他在紧张的教学和科研工作之余花费大量时间编著本书，为相关领域的人才培养和科学研究做了一项非常有意义的工作，值得欣慰。我相信在我国逐步实现中药现代化、国际化的进程中，本书将对具有我国特色的新药研究和开发起到积极的推动作用。

中国工程院院士

中国医学科学院药物研究所教授

于德泉

2010年1月

前 言

早在 20 世纪 80 年代初,中国药科大学就为相关专业研究生开设了“波谱解析”课程,发展到现在已经成为本校除“英语”和“政治理论课程”外的涉及专业面最广、选课学生最多、授课课时最长的研究生课程。我从 1997 年起接替我的老师闵知大教授承担“波谱解析”(2006 年后改名为“高等波谱解析”)全部课程的讲授工作,至今已有 14 年的时间。在教学工作中我深深感到这门课程最有效的教学方法是通过大量实际谱图的解析来锻炼和提高学生波谱解析的能力,而在有限的授课时间内很难系统讲解各类复杂天然产物或有机化合物的结构解析实例,同学们也普遍反映尽管国内外出版了很多关于波谱解析的书籍,但大部分重点论述基本的原理和方法,且多只涉及简单有机分子的结构鉴定问题,现在我国尚无系统介绍复杂天然有机化合物波谱解析策略并提供大量各类化合物的全套图谱供读者参考和识谱的专著。故本书最初的编写目的是为药学和化学相关专业的研究生和高年级本科生提供一本较为详尽的教学参考书,以弥补现有教材和参考书的某些不足。

本书是作者在多年科研和教学实践的基础上,结合为中国药科大学研究生编写的《波谱解析》和《天然产物结构化学》讲义并参考了大量国内外专著和文献编写而成。首先论述了各种谱学方法的特点与应用方式,并总结了各类天然产物基本的波谱规律,然后通过大量的典型实例阐明了综合解析复杂天然产物结构的方法。所用谱图来源于自己或合作者的研究工作、我国著名天然产物研究机构的研究工作,部分采用了一些文献资料,有些则是专为编写此书测定的图谱。除结构相对简单的化合物外,绝大部分化合物都附有全套的图谱。旨在既能帮助初学者逐渐掌握综合运用谱学技术解决实际问题的能力,又能为广大天然产物研究人员提供翔实的第一手资料。

我国中药和天然药物的应用有着悠久的历史,天然产物的研究工作也开展了几十年,产生了一些有重大经济价值和影响力的药物,如青蒿素、石杉碱甲、关附甲素等。波谱分析是目前对有机化合物结构鉴定最主要的有效手段,但很多科技工作者对波谱新技术还不熟悉,尤其是如何综合运用各种波谱技术去解决复杂天然产物的结构问题还是一个难点。因此本书的出版将促进我国有机波谱学的教学和研究工作,并推动天然药物化学学科的发展和中药现代化的进程。

本书分为上篇和下篇。上篇包括四章,系统介绍紫外光谱、红外光谱、核磁共振波谱和质谱的基本原理、实际应用和最新进展,重点介绍二维核磁共振和质谱的各种新技术。下篇包括十章,选取了有代表性的 88 个天然产物,涵盖了香豆素、木脂素、醌类、黄酮、单萜和倍半萜、二萜、三萜、皂苷、生物碱等几乎所有主要类型。每一类型化合物为一章,首先介绍该类化合物在自然界的分布、生理活性、结构分类,然后阐述其波

谱规律及如何综合运用这四大波谱解析典型化合物的结构。每章的内容介绍都力求简明扼要,引导初学者理论联系实际由浅入深地逐渐掌握波谱技术的应用。本书不仅适用于作为相关专业高年级本科生和研究生的教学和实用参考书,也适用于作为广大中药和天然药物相关研究人员用于实际工作的指导手册。

本书在编写过程中得到了全国同行的热情支持和大力帮助。中国科学院昆明植物研究所孙汉董院士、郝小江教授,四川大学华西药学院王锋鹏教授、中国医学科学院药物研究所石建功教授,沈阳药科大学李铄教授、吴立军教授、裴月湖教授、华会明教授,复旦大学药学院陈道峰教授,第二军医大学药学院张卫东教授,中国药科大学闵知大教授、刘静涵教授、叶文才教授、张朝凤副教授均提供了各自课题组的一些图谱。本书还采用了文献中报道的一些化合物及其图谱,在参考文献中均做了标注。在此我对他们对本书所做出的重要贡献表示衷心的感谢!

值得提出,本书所涉及的化合物图谱来自不同的实验室,由于测定时间、使用仪器和测试风格的不同使直观效果也不尽相同。在编写过程中我们基本保持了图谱的原貌,我想这也有利于读者能够实际感受各种测试风格不同的图谱,增强实际的识谱能力。

本书的编写工作历时三年,涉及面广、工作量大。我的助手和研究生在紧张的工作和学习之余为此做了大量的工作,除了署名的老师和同学外,我近几年的研究生基本都参与过这项工作,在此我对他们的辛勤劳动表示真诚的谢意!

中国工程院院士、中国医学科学院药物研究所于德泉教授在百忙中为本书作序,使我深受鼓舞和鞭策,在此对于德泉院士多年来对我的指导和鼓励表示衷心的感谢!

这本书的编写还是一种尝试,从形式和内容上都有待于提高。加之作者水平有限,虽然尽了最大努力,但不当之处甚至错误在所难免,恳请读者给予批评指正。

孔令义

2011年10月6日于

中国药科大学“天然药物活性组分与药效”国家重点实验室

目 录

上 篇

第一章 紫外光谱	(1)
第一节 基本原理	(1)
一、紫外光谱的基本概念	(1)
二、电子跃迁的类型	(1)
三、紫外光谱的基本术语	(2)
四、吸收带	(3)
五、Beer 定律	(3)
第二节 影响因素	(4)
一、位阻	(4)
二、取代基	(5)
三、跨环效应	(5)
四、共轭效应	(6)
五、超共轭效应	(7)
六、溶剂效应	(7)
七、体系 pH	(8)
第三节 常见官能团的吸收峰位和吸收值	(8)
第四节 紫外光谱的解析应用	(9)
一、测试样品的要求	(9)
二、紫外光谱在结构解析中的应用	(10)
第二章 红外光谱	(12)
第一节 基本原理	(12)
一、红外光谱的概述	(12)
二、分子振动方式	(12)
三、吸收峰的类型	(13)
四、吸收峰的位置	(14)

五、吸收峰的强度	(14)
六、影响吸收峰的因素	(14)
第二节 特征基团与吸收频率	(17)
第三节 红外光谱的解析应用	(25)
一、测试样品的要求	(25)
二、红外光谱在结构解析中的应用	(25)
第四节 红外光谱技术的进展	(29)
一、近红外和远红外技术	(29)
二、联用技术	(29)
第三章 核磁共振谱	(31)
第一节 简史	(31)
第二节 核磁共振基本原理	(32)
一、NMR 基本原理	(32)
二、脉冲-傅立叶变换 NMR (PFT-NMR)	(42)
三、仪器的结构与原理	(45)
四、锁场与匀场	(48)
五、液体核磁共振样品的准备	(48)
第三节 核磁共振氢谱和碳谱	(49)
一、 ^1H -NMR 谱	(49)
二、 ^{13}C -NMR 谱	(56)
第四节 2D-NMR 谱与天然产物结构分析	(60)
一、2D-NMR 的概念、原理、基础知识	(61)
二、2D-NMR 的基本类型	(63)
三、多量子谱 (反转模式下的 NMR 技术)	(73)
四、混合多量子谱	(80)
参考文献	(83)
第四章 质谱	(86)
第一节 简史	(86)
第二节 基本原理	(86)
一、质谱的基本原理	(86)
二、质谱的表示方法	(87)
三、仪器的结构与原理	(87)
第三节 质谱中有机分子的裂解及主要离子	(101)
一、开裂的表示方法	(101)
二、离子的裂解类型	(102)
三、质谱中的主要离子	(104)

第四节 高分辨质谱	(106)
一、高分辨质谱确定化合物分子量的基本原理	(106)
二、高分辨质谱在天然产物结构研究中的应用	(106)
第五节 质谱解析程序	(108)
一、对分子离子峰区进行解析	(108)
二、对碎片离子峰区进行解析	(109)
三、列出部分结构单元	(109)
四、列出可取结构式	(109)
第六节 质谱联用技术	(109)
一、气相色谱/质谱联用技术	(110)
二、液相色谱/质谱联用技术	(110)
三、质谱/质谱联用技术	(111)

下 篇

第一章 香豆素	(117)
第一节 结构类型	(117)
一、概述	(117)
二、结构分类	(117)
第二节 波谱规律	(120)
一、紫外光谱 (UV)	(120)
二、红外光谱 (IR)	(120)
三、质谱 (MS)	(121)
四、核磁共振谱 (NMR)	(123)
第三节 典型化合物的结构解析	(130)
化合物 1 Columbianadin	(130)
化合物 2 Decuroside VI	(133)
化合物 3 泰山前胡素	(137)
化合物 4 Tinosinen	(142)
化合物 5 白花前胡丙素	(148)
化合物 6 紫花前胡素 C	(156)
第二章 木脂素	(164)
第一节 结构类型	(164)
一、概述	(164)
二、结构分类	(164)

第二节 波谱规律	(170)
一、紫外光谱 (UV)	(170)
二、红外光谱 (IR)	(171)
三、质谱 (MS)	(171)
四、核磁共振谱 (NMR)	(173)
五、圆二色谱 (CD)	(175)
第三节 典型化合物的结构解析	(176)
化合物 7 Sacidumlignan C	(176)
化合物 8 青龙胆苷	(182)
化合物 9 Trical	(189)
化合物 10 Rubrisandrin B	(199)
化合物 11 (+)-8-Hydroxypinoresinol-8- β -D-xylopyranoside	(205)
化合物 12 Tetrasal	(216)
第三章 醌类化合物	(228)
第一节 结构类型	(228)
一、概述	(228)
二、结构分类	(228)
第二节 波谱规律	(231)
一、紫外光谱 (UV)	(231)
二、红外光谱 (IR)	(231)
三、质谱 (MS)	(232)
四、核磁共振谱 (NMR)	(233)
第三节 典型化合物的结构解析	(236)
化合物 13 2,5-二羟基-1,3-二甲氧基蒽醌	(236)
化合物 14 1,6-二羟基-8-丙基蒽醌	(242)
化合物 15 3,8-二羟基-1-丙基蒽醌-2-羧酸	(246)
化合物 16 7-O-(4'-甲氧基- β -D-葡萄糖)芦荟大黄素	(250)
化合物 17 4,9-二羟基-1,2,11,12-四氢-3,10-蒽醌	(258)
化合物 18 (M)-1,8,1',3',8'-五羟基-3,6,6'-三甲氧基- [2,4']-9,10,9',10'-二蒽醌	(264)
第四章 黄酮类化合物	(273)
第一节 结构类型	(273)
一、概述	(273)
二、结构分类	(273)
第二节 波谱规律	(276)
一、紫外-可见光谱	(276)

二、红外光谱 (IR)	(276)
三、质谱 (MS)	(277)
四、核磁共振谱 (NMR)	(278)
五、立体结构的确定	(285)
第三节 典型化合物的结构解析	(285)
化合物 19 5, 7, 4' - 三羟基 - 8, 3' - 二异戊烯基黄酮	(286)
化合物 20 Descurainin A	(293)
化合物 21 4, 6, 2', 4' - 四羟基橙酮	(300)
化合物 22 Brosimacutin G	(305)
化合物 23 田基黄双吡酮	(312)
化合物 24 3, 5, 7, 3', 4', 3'', 5'', 7'', 3''', 4''' - 十羟基 - [8 - CH ₂ - 8''] - 双黄酮	(318)
化合物 25 槲皮素 3 - O - (6''' - O - 反式 - p - 香豆酰基) - β - D - 葡萄糖基 - (1 $\rightarrow$ 2) - α - L - 鼠李糖苷	(324)
化合物 26 染料木素 7 - O - β - D - 葡萄糖苷 - 4' - O - (α - L - 鼠李糖基) - (1 $\rightarrow$ 2) - β - D - 葡萄糖苷	(333)
化合物 27 Sumadain A	(339)

第五章 单萜和倍半萜 (353)

第一节 结构类型	(353)
一、单萜类化合物的结构类型	(353)
二、倍半萜类化合物的结构类型	(356)
第二节 波谱规律	(359)
一、单萜类化合物的波谱规律	(359)
二、倍半萜类化合物的波谱规律	(363)
第三节 典型化合物的结构解析	(366)
化合物 28 6' - 乙酰基芍药苷	(366)
化合物 29 Fraxinuacidoside	(372)
化合物 30 Tarennin	(380)
化合物 31 Genipin 1 - O - α - L - rhamnopyranosyl (1 $\rightarrow$ 6) - β - D - glucopyranoside	(386)
化合物 32 7 - O - 6' - O - Malonylcachinesidic acid	(393)
化合物 33 2 - Chloro - 6 - (1, 5 - dimethylhex - 4 - en - yl) - 3 - methylcyclohex - 2 - en - 1 - one	(398)
化合物 34 4 β , 7 β , 11 - 三羟基 - 对映 - 桉烷	(405)
化合物 35 Cadinan - 4 - en - 11 - oic acid	(412)
化合物 36 3 α - 羟基莪术醇	(419)
化合物 37 伸筋藤苷	(426)

化合物 38 青蒿素 (Artemisine)	(433)
第六章 二萜	(447)
第一节 结构类型	(447)
一、概述	(447)
二、结构分类	(447)
第二节 波谱规律	(453)
一、紫外光谱 (UV)	(453)
二、红外光谱 (IR)	(453)
三、质谱 (MS)	(454)
四、核磁共振谱 (NMR)	(456)
第三节 典型化合物的结构解析	(470)
化合物 39 17-Hydroxyjolkinalide B	(470)
化合物 40 12-羟基-7-羰基-5, 8, 11, 13-四烯-18, 6-松香烷 二萜	(478)
化合物 41 月腺大戟素 F	(485)
化合物 42 Parvifoline X	(492)
化合物 43 Calcaratarin A	(498)
化合物 44 双穿心莲内酯 E	(507)
化合物 45 异佛司可林-1 α -O- β -D-葡萄糖苷	(515)
化合物 46 Tinosinenside A	(522)
化合物 47 银杏内酯 K	(528)
化合物 48 紫杉醇	(534)
化合物 49 3 β , 5 α , 7 β , 15 β -Tetraacetoxy-8 α -benzoyloxy-9 α - nicotinoyloxy-14 α -hydroxy-11 β , 14 β -epoxyjatropho-6 (17) -ene-12-one	(542)
化合物 50 3-O-Benzoyl-13-O-n-dodecanoyl-13-hydroxyingenol ...	(553)
第七章 三萜类化合物	(564)
第一节 结构类型	(564)
一、概述	(564)
二、结构分类	(564)
第二节 波谱规律	(573)
一、紫外光谱 (UV)	(573)
二、红外光谱 (IR)	(573)
三、质谱 (MS)	(573)
四、核磁共振谱 (NMR)	(575)
第三节 典型化合物的结构解析	(577)

化合物 51	Amotsangin G	(577)
化合物 52	Jaspitin C	(585)
化合物 53	Chukvelutilide A	(594)
化合物 54	3 β -3, 28-二羟基齐墩果烷-11, 13 (18)-二烯	(602)
化合物 55	月腺大戟素 G	(608)
第八章 皂苷		(620)
第一节	结构类型	(620)
一、概述		(620)
二、结构分类		(620)
第二节	波谱规律	(622)
一、甾体皂苷的波谱规律		(622)
二、皂苷的波谱规律		(624)
第三节	典型化合物的结构解析	(630)
化合物 56	亚莫皂苷元-3-O- β -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖苷	(630)
化合物 57	新克洛皂苷元-3-O- β -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖苷	(638)
化合物 58	海柯皂苷元-3- β -D-吡喃木糖(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-吡喃葡萄糖(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-吡喃半乳糖苷	(647)
化合物 59	26-O- β -D-吡喃葡萄糖基-(25R)-呋甾烷-5-烯-3 β , 22 ξ , 26-三醇-3-O- β -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 4)-[α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-吡喃葡萄糖苷	(656)
化合物 60	人参皂苷 Rb ₁	(662)
化合物 61	新丝石竹皂苷 A	(668)
化合物 62	新丝石竹皂苷 B	(675)
化合物 63	3-O- β -D-吡喃半乳糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-吡喃葡萄糖醛酸丝石竹皂苷元 28-O- β -D-吡喃木糖基-(1 $\rightarrow$ 4)- α -L-吡喃鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-吡喃岩藻糖苷	(683)
第九章 生物碱		(694)
第一节	结构类型	(694)
一、概述		(694)
二、结构类型		(695)
第二节	波谱规律	(707)
一、紫外光谱 (UV)		(707)
二、红外光谱 (IR)		(708)

三、质谱 (MS)	(709)
四、核磁共振谱 (NMR)	(712)
第三节 典型化合物结构解析	(723)
化合物 64 石杉碱甲	(723)
化合物 65 Bisdehydrostemoninine C	(732)
化合物 66 Suffrutidine A	(739)
化合物 67 Hostasine	(752)
化合物 68 Trigonostemonine B	(758)
化合物 69 Trigonostemonine E	(765)
化合物 70 (5 β) - 17 - O - Deacetyl - 5, 11 - dimethoxyakuammilin	(773)
化合物 71 (16S, 19E) - N ¹ - (Hydroxymethyl) isositsirikine	(781)
化合物 72 Renieramycin J	(789)
化合物 73 Stephalonine A	(796)
化合物 74 Majusine A	(803)
化合物 75 关附甲素	(810)
化合物 76 Daphnipaxianine A	(820)
化合物 77 Daphnimacropadine A	(828)
第十章 其他类化合物	(838)
第一节 概述	(838)
第二节 典型化合物的结构解析	(841)
化合物 78 藤苦参苷	(841)
化合物 79 藤黄酸	(848)
化合物 80 丝石竹环肽	(856)
化合物 81 番荔枝环肽 A	(867)
化合物 82 (S) - 药喇叭脂酸 - 11 - O - α - L - 吡喃鼠李糖基 - (1 $\rightarrow$ 3) - O - [3 - O - 反式香豆酸基, 4 - O - 异丁酸基 - α - L - 吡喃鼠李糖基 - (1 $\rightarrow$ 4)] - O - [2 - O - 2 (S) - 甲基丁酸基] - α - L - 吡喃鼠李糖基 - (1 $\rightarrow$ 4) - O - α - L - 吡喃鼠李糖基 - (1 $\rightarrow$ 2) - O - β - D - 吡喃岩藻糖酯苷, 1, 3'' - 内酯	(879)
化合物 83 新刺果番荔枝素 A	(889)
化合物 84 Epicatechin - (4 β - 8, 2 - O - 7) - catechin - (4 β - 8) - catechin	(895)
化合物 85 福参素	(902)
化合物 86 蔓生白薇苷 F	(908)
化合物 87 1, 2 - Di - O - (9Z - octadecenoyl) - sn - glycerol - 3 - phosphocholine	(915)
化合物 88 6' - [(E) - 2'' - 羟甲基, 2'' - 丁烯酰基] 熊果苷	(921)

索引 I	化合物中英文名称索引	(930)
索引 II	化合物分子式索引	(933)
索引 III	化合物分类索引	(936)
索引 IV	化合物来源植物拉丁名索引	(939)