

· 导读版 · 导读专家：黄培强

Classics in Total Synthesis

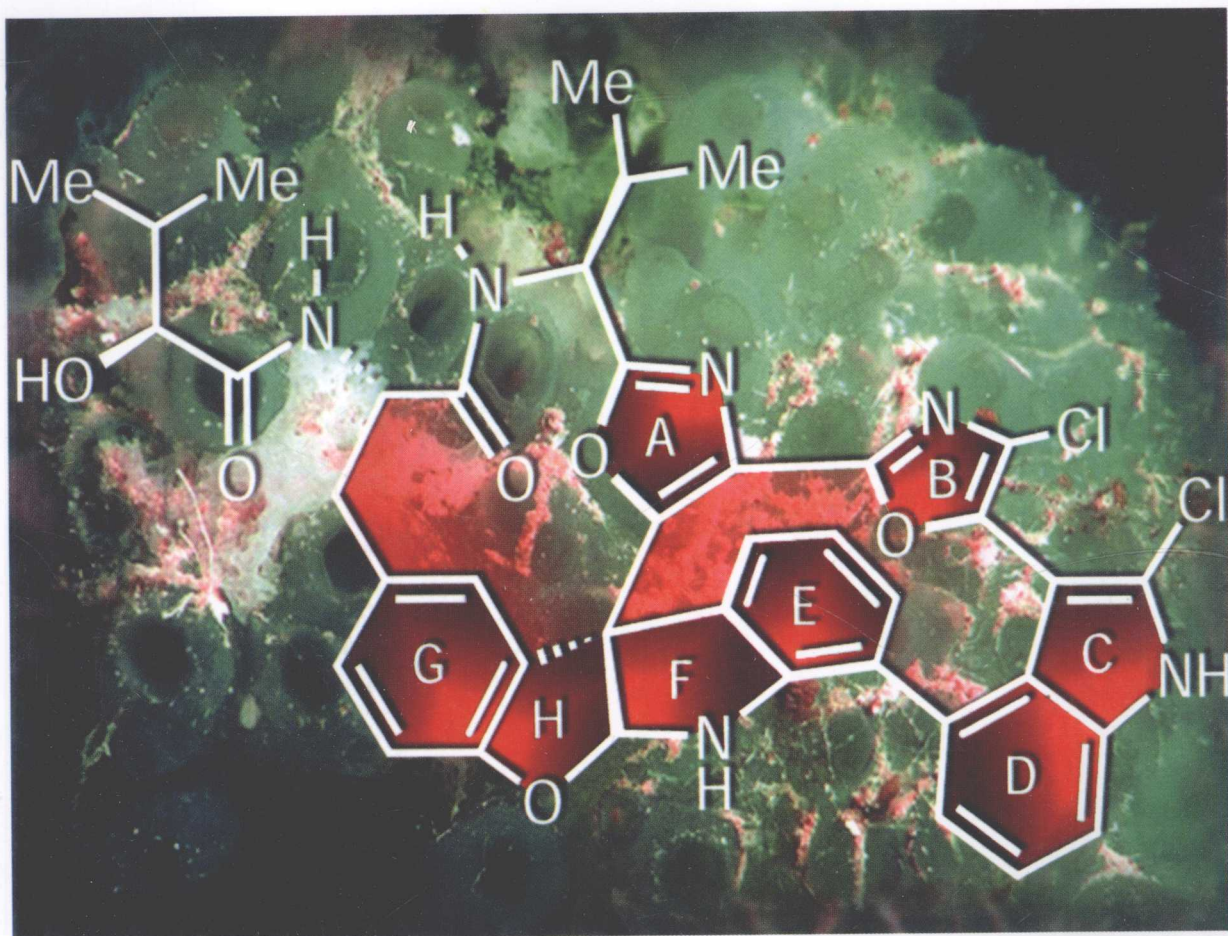
More Targets, Strategies, Methods

全合成中的经典

——更多的目标、策略与方法

K.C.Nicolaou and S.A.Snyder

由 E.J.Corey 作序



Classics in Total Synthesis

More Targets, Strategies, Methods

全合成中的经典

——更多的目标、策略与方法

K. C. Nicolaou and
S. A. Snyder

由 E. J. Corey 作序

科学出版社

北京

图字:01-2009-1832

This is an annotated version of

Classic in Total Synthesis II: More Targets, Strategies, Methods

K. C. Nicolaou and Scott A. Snyder

Copyright © 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

All rights reserved.

Originally published in the English language by WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstraße 12, D-69469 Weinheim, Federal Republic of Germany, under the title "Classic in Total Synthesis II. More Targets, Strategies, Methods".

图书在版编目(CIP)数据

全合成中的经典:更多的目标、策略与方法,导读版=Classics in Total Synthesis II: More Targets, Strategies, Methods:英文/(美)尼古拉乌(Nicolaou, K. C.), (美)斯奈德(Snyder, S. A.)著. —北京:科学出版社, 2010
ISBN 978-7-03-025966-0

I. 全… II. ①尼…②斯… III. 药物:天然有机化合物-化学合成-英文 IV. TQ463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 199999 号

责任编辑:杨 震 周巧龙

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>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 1 月第一次印刷 印张:42 1/4

印数:1—2 000 字数:947 000

定价:120.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

导 读

我们所处的世界是多姿多彩的。世界的绚丽多姿源自许许多多来自动、植物和微生物的次生代谢产物，即天然产物。它们是一些天然有机小分子，在生物的生长、种群的繁衍过程中起着至关重要的作用。它们或者作为生命的调控分子，或者作为生物体进攻或防御的化学武器，或者为种群内通讯的化学信使而存在。这些天然产物与自然界的生物一起，共同构成了大自然的生态系统，并与相关生物种群共同进化。研究这些化学物质对于认识世界无疑十分重要，而全面认识这些分子性质的最佳手段是全合成。

复杂天然产物的全合成是一系统性的创新性科学研究。全合成是发展有机合成方法与策略的驱动力。通过全合成的研究工作，不但可以发展有机合成的新策略、新方法，而且可以发现、揭示重要的科学规律。例如，一百年前，基于对糖的结构和全合成的研究，第二届诺贝尔化学奖获得者 E. Fischer 提出的有机小分子与生物大分子相互作用的锁-钥原理及后来形成的受体理论，至今仍对药学、酶学和药物设计起着至关重要的指导作用；对甾体激素的全合成研究导致有机构象分析理论和甾体激素的生源合成假说的提出、基于维生素 B12 全合成的发现而形成的伍德瓦德-霍夫曼 (Woodward-Hoffman) 规则、基于多肽合成而形成的固相合成技术和概念、基于众多全合成而提出的逆合成分析和合成子概念等，都是人们耳熟能详的例子，它们对化学学科乃至生命科学、材料科学等学科产生了深远的影响。

天然产物是新药发现的源泉。据 1997 年的一项统计，美国食品与药物署 (FDA) 在 1983 年至 1994 年批准上市的药物中，42% 的药物源于天然产物，而在抗感染和抗癌药中，有 60% 源于天然产物。在 2000 年批准的 35 种化学与生物实体药物中，有三分之一源于天然产物。自从组合化学及其技术出现以来，大多数跨国制药公司放弃了从天然产物寻找药物的计划，转而希望通过组合化学获得新药。然而，近二十年来，经美国 FDA 批准的通过组合化学获得的新化学体只有一个！因此，人们又把目光重新转向天然产物。2005 年，《自然》杂志发表了题为“天然产物作为候选药物的复兴”的展望文章；2008 年，美国《药物化学杂志》在第九期刊登了一组题为“天然产物在药物发现中的地位与作用”的展望文章。这些都预示天然产物

作为候选药物的复兴。

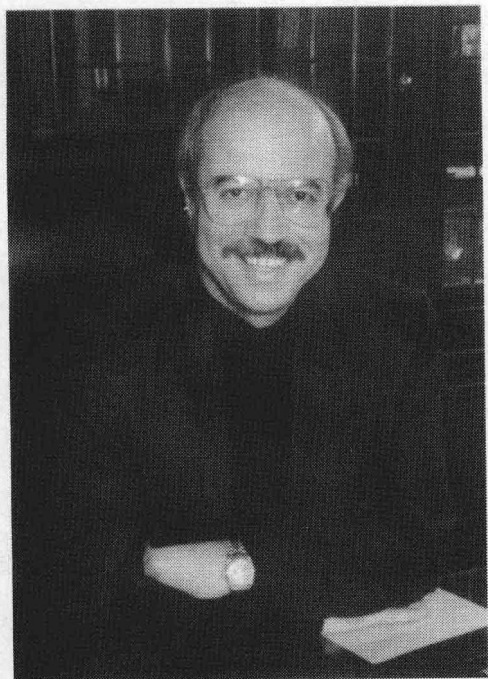
天然产物还可以为生命科学研究提供探针分子，从而成为揭示生物大分子功能及生理现象的重要工具。因此，化学生物学的兴起和发展为天然产物化学提供了新的更大的舞台。

以上目标的实现，离不开复杂天然产物的全合成研究。

然而，复杂天然产物的全合成是一项极具挑战性的工作，需要综合运用有机化学及相关学科的最新成果，包括新反应、新方法和新的分离、分析手段。尼古拉乌及其合作者试图通过对若干具有代表性的、堪称经典的复杂天然产物全合成的剖析，为有机化学和药物研发工作者提供学习研究当代有机合成的平台。在本书《全合成中的经典——更多的目标、策略与方法》中，尼古拉乌和斯奈德通过对 30 余个复杂天然产物全合成路线的全面分析，不但介绍了各个分子的研究背景和全合成的策略，而且注重介绍有机合成的新方法学及全合成中发现的新化学。相信通过研读本书，读者不但可以领略复杂天然产物全合成的艺术、更可了解学习当代有机合成及相关领域的新知识。其中，全合成大师们在全合成中展现的智慧和对新反应、新方法的运用和驾驭将同样给读者以启迪。

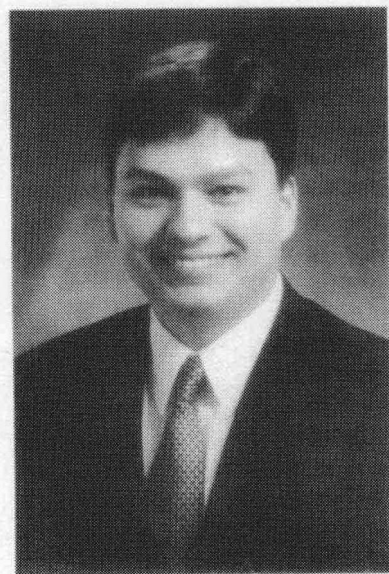
黄培强
厦门大学

作者简介



K. C. Nicolaou 加州大学圣地亚哥分校化学教授，化学系系主任；担任 Scripps 研究所 Aline W. 和 L. Skaggs 化学生物学教授职位和 Darlene Shiley 化学教授职位。他在化学合成和化学生物学方面发表的几百篇论文和 55 个专利使他在化学、生物学和医学界具有广泛的影响。由于他在研究和教育方面的贡献，他当选为美国国家科学院院士、美国艺术与科学院资深会员和希腊雅典科学院外籍院士，并获得诸多奖励、表彰和荣誉。

Scott A. Snyder 1999 年获威廉姆斯学院化学学士学位，随后师从 Scripps 研究所 K. C. Nicolaou 教授，曾获得 Barry M. Goldwater 科学与工程奖学金、美国国家科学基金会博士生奖学金、辉瑞公司和施贵宝公司研究生奖学金。



序

尼古拉乌和索仁森所著的《全合成中的经典——目标、策略与方法》在 1996 年的问世，使从事化学合成及其在复杂天然产物全合成应用的研究者及学生获益良多。该书的问世成为标志 20 世纪，这个包含该领域诞生并成长为现代科学中理性上臻于完备、实用上最为重要的领域之一的时代结束的里程碑。现在，随着 21 世纪的到来，我们有幸一览 K. C. 尼古拉乌和 Scott. A. 斯奈德推出的《全合成中的经典——更多的目标、策略与方法》。后者延续了前者的传统，带来了对自 1992 年至 2003 年 10 余年间发表的 30 余个全合成的详细、权威的解读。他们对这些合成的剖析注重介绍研究背景、战略思想、新方法学及不寻常的化学，使之读来引人入胜、令人豁然开朗。作者对细节的关注尤其令人印象深刻。同前者一样，他们的工作是对合成领域的颂扬，因为它展示了当今合成化学发展的推动力量与激动人心的情景。

鉴于复杂天然产物合成取得的极大进展（尤其自第二次世界大战以来），及该领域愈发地精致与复杂，人们不禁推测，也许我们将达到某种科学或理性的高度，科学发现的“黄金时代”已在我们的身后。还有多少挑战和有价值的合成目标有待发现？还有多少真正强有力和通用的新策略和合成反应有待发掘？发展全新的合成设计及其实施的方法的前景如何？在我看来，新发展和发现的机会仍然如此之巨大，以至于当今的合成犹如一个前程光明的年轻人。细心研读《全合成中的经典——目标、策略与方法》和《全合成中的经典——更多的目标、策略与方法》有助于明晰未来新的合成之路。感谢尼古拉乌和斯奈德对于推动合成化学达到更高水平和更新的理念所起的重要作用。

E. J. Corey

2003 年 5 月 7 日于 Harvard 大学

前 言

有机合成在 20 世纪最激动人心和最重要的科学突破中发挥了关键性作用，其在 21 世纪可预见的发现和发明中的作用无疑将更为显著。诚然，要完成未来的使命，当代合成化学家必须致力于两项截然不同，却又同样具有挑战性的任务，并取得成功，即把有机合成的发展推向新的高度和培养下一代合成有机化学家，使之可肩负把有机合成的科学和艺术发扬光大的责任。正是出于这样的初衷，我们在 1996 年推出了《全合成中的经典——目标、策略与方法》，其朝着上述目标所做的努力现已获得广泛认同，这反映在遍布世界的教师、学生和研究人员将其视为研习的工具和灵感的源泉。

然而，鉴于过去 10 年间全合成领域经历了前所未有的繁荣，要达到上述目标，我们感到有必要再编写一本。现在您手中所持的正是这一新书，该书并不意味着它是《全合成中的经典——目标、策略与方法》的最新修订本，而是一本独立的教科书，通过对自 1992 年以来完成的 30 多个创新性和具有指导性的全合成的分析、介绍，构成了对第一本的补充和提高。我们期望通过采用在《全合成中的经典——目标、策略与方法》中形成的教学风格，同时结合新的设计，即内容包涵重要的新合成反应、显现的趋势和各章介绍的目标分子的附述合成路线的小结栏目，本教材将成为与第一本同样有价值的工具。

毋庸置疑，催生《全合成中的经典——更多的目标、策略与方法》需要许多有才华人士的参与。首先，我们要感谢 Tamsyn Montagnon 博士，她在书稿形成全过程所提出的有见地的建议和批评意见，使得书稿的质量得以提高。Janise L. Petrey 对全书进行了细致的编辑，保证了书稿文字的通顺和按时完稿。我们也感谢 William E. Brenzovich, David Y. -K. Chen, Scott T. Harrison 和 Casey J. N. Mathison，他们在本书成书的最后阶段负责校对清样，同样感谢 Helen J. Mitchell 博士和 Phil S. Baran, Thomas J. Katz, Erik J. Sorensen 及 Georgios E. Vassilikogiannakis 教授，他们的用心对于提高若干章的质量十分有益。有些特别的图，包括封面设计都出自具有艺术才华的 Robbyn M. Echon 之手。我们感谢 Wiley-VCH 所有合作者，特别是 Elke Maase 博士，José Oliveira 博士和 Peter Gölit

博士在本选题全程所做的努力。最后，本书在很大程度上要归功于我们最亲近的家庭成员（Georgette, Colette, Alex, Chris 和 P. J. Nicolaou, 以及 Cathy Warren），是他们在书稿占据我们心智许多个月的时间里所给予的理解、支持和鼓励，使本书得以完成。

最后，谨把此书献给我们的导师，是他们培养了我们对于合成的热爱，如果本教材能够培养并给予更多年轻科学家以灵感，我们将视为本书极大的成功而深感满足。

K. C. Nicolaou

Scott A. Snyder

2003 年 4 月于 La Jolla

缩略语

18-C-6	18-crown-6
AA	asymmetric aminohydroxylation
Ac	acetyl
AD	asymmetric dihydroxylation
ADMET	acyclic diene metathesis polymerization
AIBN	2,2'-azobisisobutyronitrile
Alloc	allyloxycarbonyl
AQN	anthraquinone
9-BBN	9-borabicyclo[3.3.1]nonane
BHT	2,6-di- <i>tert</i> -butyl-4-methylphenol
BINAP	2,2'-diphenylphosphino-1,1'-binaphthyl
BINOL	2,2'-dihydroxy-1,1'-binaphthyl
Bn	benzyl
Boc	<i>tert</i> -butoxycarbonyl
BOP-Cl	bis(2-oxo-3-oxazolidinyl)phosphinic chloride
BPD	bis(pinacolato)diboron
Bz	benzoyl
CA	chloroacetyl
CAN	ceric ammonium nitrate
cat.	catalytic
Cbz	benzyloxycarbonyl
CIP	2-chloro-1,3-dimethylimidazolidinium hexafluorophosphate
COD	1,5-cyclooctadiene
Cp	cyclopentadienyl
CSA	10-camphorsulfonic acid
Cy	cyclohexyl
DABCO	1,4-diazabicyclo[2.2.2]octane
DAST	(diethylamino)sulfur trifluoride
dba	<i>trans, trans</i> -dibenzylideneacetone
DBU	1,8-diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene
DCC	1,3-dicyclohexylcarbodiimide
Ddm	4,4'-dimethoxydiphenylmethyl
DDQ	2,3-dichloro-5,6-dicyano-1,4-benzoquinone
<i>de</i>	diastereomeric excess
DEAD	diethyl azodicarboxylate
DEIPS	diethylisopropylsilyl
DHP	3,4-dihydro-2 <i>H</i> -pyran
DHQ	dihydroquinine
DHQD	dihydroquinidine
DIBAL-H	diisobutylaluminum hydride
DIPAMP	1,2-bis(<i>o</i> -anisylphenylphosphino)ethane
DIPT	diisopropyl tartrate
DMA	<i>N,N</i> -dimethylacetamide
4-DMAP	4-dimethylaminopyridine
DMDO	2,2-dimethyldioxirane
DME	ethylene glycol dimethyl ether
DMF	<i>N,N</i> -dimethylformamide
DMIPS	dimethylisopropylsilyl
DMP	Dess-Martin periodinane
2,2-DMP	2,2-dimethoxypropane
DMPU	1,3-dimethyl-3,4,5,6-tetrahydro-2(1 <i>H</i>)-pyrimidinone
DMSO	dimethyl sulfoxide
DMTST	(dimethylthio)methylsulfonium trifluoromethanesulfonate

DNs	2,4-dinitrobenzenesulfonyl
DPPA	diphenylphosphoryl azide
dppf	diphenylphosphinoferrocene
d.r.	diastereomeric ratio
ds	diastereoselectivity
DTBMP	2,6-di- <i>t</i> -butyl-4-methylpyridine
ED	effective dosage
EDC	1-(3-dimethylaminopropyl)-3-ethylcarbodiimide hydrochloride
EDG	electron-donating group
EDTA	ethylenediaminetetraacetic acid
<i>ee</i>	enantiomeric excess
EVE-Li	2-lithio-ethylvinyl ether
EWG	electron-withdrawing group
FDPF	pentafluorophenyl diphenylphosphinate
FI	fluorenyl
Fmoc	9-fluorenylmethoxycarbonyl
HATU	<i>O</i> -(7-azabenzotriazol-1-yl)- <i>N,N,N'</i> -tetramethyluronium hexafluorophosphate
HOAt	1-hydroxy-7-azabenzotriazole
HOBt	1-hydroxybenzotriazole
HOMO	highest occupied molecular orbital
HMPA	hexamethylphosphoramide
HPLC	high-pressure liquid chromatography
HWE	Horner-Wadsworth-Emmons
IBA	iodosobenzoic acid
IBX	<i>o</i> -iodoxybenzoic acid
IDCP	iodo(bis)collidine perchlorate
imid	imidazole
Ipc	isopinocampheyl
KHMDS	potassium bis(trimethylsilyl)amide
LA	Lewis acid
LDA	lithium diisopropylamide
LiHMDS	lithium bis(trimethylsilyl)amide
LUMO	lowest unoccupied molecular orbital
<i>m</i> CPBA	<i>meta</i> -chloroperoxybenzoic acid
MEM	2-methoxyethoxymethyl
MOM	methoxy methyl
M. S.	molecular sieves
Ms	methanesulfonyl
MSTFA	<i>N</i> -methyl- <i>N</i> -(trimethylsilyl)trifluoroacetamide
MTAD	<i>N</i> -methyltriazolinedione
NBS	<i>N</i> -bromosuccinimide
NCS	<i>N</i> -chlorosuccinimide
NIS	<i>N</i> -iodosuccinimide
NMM	<i>N</i> -methylmorpholine
NMO	4-methylmorpholine <i>N</i> -oxide
NMP	<i>N</i> -methyl-2-pyrrolidinone
Nos	4-nitrobenzenesulfonyl
Ns	2-nitrobenzenesulfonyl
PCC	pyridinium chlorochromate
PDC	pyridinium dichromate
PHAL	phthalazine
Piv	pivaloyl
PMP	4-methoxyphenyl
PMPip	1,2,2,6,6-pentamethylpiperidine
PMB	4-methoxybenzyl
PPA	polyphosphoric acid
PPTS	pyridinium 4-toluenesulfonate
PVP	poly(4-vinylpyridine)

py	pyridine	TFAA	trifluoroacetic anhydride
PyBroP®	bromotripyrrolidinophosphonium hexafluorophosphate	Thexyl	1,1,2-trimethylpropyl
RCM	ring-closing metathesis	THF	tetrahydrofuran
Red-Al®	sodium bis(2-methoxyethoxy) aluminum hydride	THP	tetrahydropyranyl
ROM	ring-opening metathesis	TIPB	1,3,5-triisopropylbenzene
ROMP	ring-opening metathesis polymerization	TIPS	triisopropylsilyl
r. s. m.	recovered starting material	TMEDA	<i>N,N,N',N'</i> -tetramethylethylenediamine
SEM	2-(trimethylsilyl)ethoxymethyl	TMGA	tetramethylguanidinium azide
SET	single electron transfer	TMP	tetramethylpiperidide
TBAF	tetra- <i>n</i> -butylammonium fluoride	TMS	trimethylsilyl
TBAI	tetra- <i>n</i> -butylammonium iodide	TMSE	2-(trimethylsilyl)ethyl
TBDPS	<i>tert</i> -butyldiphenylsilyl	TMSEE	(trimethylsilyl)ethynyl ether
TBS	<i>tert</i> -butyldimethylsilyl	tol	tolyl
TEMPO	2,2,6,6-tetramethyl-1-piperidinyloxy, free radical	TPAP	tetra- <i>n</i> -propylammonium perruthenate
Teoc	2-(trimethylsilyl)ethoxycarbonyl	TPS	triphenylsilyl
TES	triethylsilyl	Tr	trityl, triphenylmethyl
Tf	trifluoromethanesulfonate	Trisyl	2,4,6-triisopropylbenzenesulfonyl
Tfa	trifluoroacetamide	Troc	2,2,2-trichloroethoxycarbonyl
TFA	trifluoroacetic acid	TS	transition state
		Ts	4-toluenesulfonyl
		TTBP	tri- <i>tert</i> -butylpyrimidine

总 目 录

I. 序 (E. J. Corey)	vi
II. 前言 (K. C. Nicolaou, Scott A. Snyder)	vii
III. 缩略语	ix
IV. 目录译文	xi
V. 第 1 章译文 引言: 全合成展望	xvii
VI. 英文目录及正文	xxiii

目 录 译 文

第 1 章 引言: 全合成展望

1.1 目标	2
1.2 策略	5
1.3 方法	8
1.4 全合成中的经典 II	12

第 2 章 Isochrysohermidin

D. L. Boger (1993)

2.1 引言	15
2.1.1 基于氮杂双烯的反电子需求的 Diels-Alder 反应	17
2.2 逆合成分析与策略	22
2.3 全合成	25
2.4 结论	29

第 3 章 Swinholide A

I. Paterson (1994)

3.1 引言	31
3.1.1 硼介入的不对称羟醛反应	33
3.2 逆合成分析与策略	46
3.3 全合成	50
3.4 结论	67
3.5 Nicolaou 小组对 Swinholide A 的全合成	67

第 4 章 Dynemicin A

A. G. Myers (1995); S. J. Danishefsky (1995)

4.1 引言	75
4.2 逆合成分析与策略	78
4.2.1 Myers 小组合成 Dynemicin A 的路线	78
4.2.2 Danishefsky 小组合成 Dynemicin A 的路线	82
4.3 全合成	86
4.3.1 Myers 小组对 Dynemicin A 的全合成	86
4.3.2 Danishefsky 小组对 Dynemicin A 的全合成	96
4.4 结论	104
4.5 Schreiber 小组对三-O-甲基 Dynemicin A 甲酯的合成	105

第 5 章 海鞘素 743

E. J. Corey (1996)

5.1 引言	109
5.2 逆合成分析与策略	113
5.3 全合成	120

5.4 结论	132
5.5 Fukuyam 小组对海鞘素 743 的全合成	133
第 6 章 树胶脂毒素	P A. Wender (1997)
6.1 引言	137
6.2 逆合成分析与策略	139
6.3 全合成	146
6.4 结论	157
第 7 章 埃坡霉素甲和乙	K. C. Nicolaou (1997)
7.1 引言	161
7.1.1 烯炔复分解: 简述	163
7.1.2 烯炔复分解: 若干实例	172
7.2 逆合成分析与策略	188
7.3 全合成	191
7.3.1 埃坡霉素甲的溶液相合成	191
7.3.2 埃坡霉素甲的固相合成	196
7.3.3 导向埃坡霉素甲的其它烯炔复分解途径	203
7.4 结论	206
第 8 章 Manzamine A	J. D. Winkler (1998); S. F. Martin (1999)
8.1 引言	211
8.2 逆合成分析与策略	214
8.2.1 Winkler 小组对 Manzamine A 的合成路线	214
8.2.2 Martins 小组对 Manzamine A 的合成路线	218
8.3 全合成	222
8.3.1 Winkler 小组对 Manzamine A 的全合成	222
8.3.2 Martins 小组对 Manzamine A 的全合成	229
8.4 结论	236
第 9 章 万古霉素	K. C. Nicolaou (1998); D. A. Evans (1998)
9.1 引言	239
9.2 逆合成分析与策略	244
9.2.1 Nicolaou 小组对万古霉素和万古霉素苷元的合成路线	244
9.2.2 Evans 小组对万古霉素苷元的合成路线	255
9.3 全合成	259
9.3.1 Nicolaou 小组对万古霉素苷元的全合成	259
9.3.2 Nicolaou 小组对万古霉素的全合成	274
9.3.3 Evans 小组对万古霉素苷元的全合成	279
9.4 结论	293

9.5	Boger 小组对万古霉素苷元的全合成	293
第 10 章 扁枝衣霉素 13, 384-1		K. C. Nicolaou (1999)
10.1	引言	301
10.2	逆合成分析与策略	302
10.3	全合成	314
10.3.1	A ¹ B(A)C 片段的合成	322
10.3.2	FGHA ² 片段的全合成	331
10.3.3	DE 片段的全合成	340
10.3.4	最后阶段和扁枝衣霉素 13, 384-1 全合成的完成	344
10.4	结论	348
第 11 章 Bisorbicillinoids		K. C. Nicolaou (1999)
11.1	引言	351
11.2	逆合成分析与策略	356
11.3	全合成	358
11.4	结论	363
第 12 章 Aspidophytine		E. J. Corey (1999)
12.1	引言	365
12.2	逆合成分析与策略	366
12.3	全合成	370
12.4	结论	378
第 13 章 CP-分子		K. C. Nicolaou (1999)
13.1	引言	381
13.2	逆合成分析与策略	384
13.3	全合成	388
13.4	结论	410
13.5	Fukuyama 小组对 CP-分子的全合成	411
13.6	Shair 小组对 CP-分子的全合成	413
13.7	Danishefsky 小组对 CP-分子的全合成	416
第 14 章 Colombiasin A		K. C. Nicolaou (2001)
14.1	引言	423
14.2	逆合成分析与策略	425
14.3	全合成	430
14.4	结论	440
第 15 章 奎宁		G. Stork (2001)
15.1	引言	443
15.1.1	最初的合成努力	444
15.1.2	Woodward/Doering 小组形式上的全合成	448

15.1.3 Hoffmann-La Roche 公司研究组的全合成	452
15.2 逆合成分析与策略	456
15.3 全合成	458
15.4 结论	462
第 16 章 Longithorone A	M. D. Shair (2002)
16.1 引言	465
16.2 逆合成分析与策略	467
16.3 全合成	474
16.4 结论	481
第 17 章 (一)-FR182877	E. J. Sorensen (2002)
17.1 引言	483
17.2 逆合成分析与策略	489
17.3 全合成	493
17.4 结论	499
17.5 Evans 小组对 (一)-FR182877 的全合成	500
第 18 章 文博拉亭	T. Fukuyama (2002)
18.1 引言	505
18.2 逆合成分析与策略	509
18.3 全合成	518
18.4 结论	530
第 19 章 Quadrigemine C 和 Psycholeine	L. E. Overman (2002)
19.1 引言	533
19.2 逆合成分析与策略	535
19.3 全合成	539
19.4 结论	547
第 20 章 Diazonamide A	K. C. Nicolaou (2002; 2003)
20.1 引言	551
20.2 逆合成分析	556
20.3 全合成	565
20.3.1 Diazonamide A 的首次全合成	565
20.3.2 Diazonamide A 的第二次全合成	572
20.4 结论	585
第 21 章 Placamine	S. V. Ley (2002)
21.1 引言	589
21.1.1 固载试剂	590
21.2 逆合成分析与策略	595
21.3 全合成	597

21.4 结论	602
第 22 章 豆渣碱 N	E. J. Corey (2003)
22.1 引言	605
22.2 逆合成分析与策略	606
22.3 全合成	612
22.4 结论	618
作者索引	621
主题词索引	623