



有机合成反应 速查手册

· 马宇衡 主编

700余个有机合成反应

40余个常用试剂合成

简明方便 易查易用

FAST CONSULT HANDBOOK OF
ORGANIC REACTIONS



化学工业出版社
生物·医药出版分社



有机合成反应 速查手册

主编



化学工业出版社
生物·医药出版分社
北京

FAST CONSULT HANDBOOK OF
ORGANIC REACTIONS

图书在版编目 (CIP) 数据

有机合成反应速查手册/马宇衡主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 3
ISBN 978-7-122-04169-2

I. 有… II. 马… III. 有机合成-化学反应-手册
IV. O621.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 182587 号

责任编辑: 杨燕玲

文字编辑: 杨欣欣

责任校对: 吴 静

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 生物·医药出版分社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市白帆印务有限公司

787mm×1092mm 1/32 印张 13 字数 379 千字

2009 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

近代科学技术的发展带有明显的多学科协同促进的性质，作为应用化学重要分支的药物化学也不例外。从人类发现杨树皮中的水杨酸有解热镇痛作用到抗癌药物紫杉醇的全合成；从百浪多息用于治疗细菌引起的败血症到维生素 B₆ 的合成，我们不难看出药物化学的发展是伴随着有机化学理论与合成技术的发展而进步的。目前化学类药物数以千计，化学合成药物的生产由多步化学反应组成，其合成过程几乎包括了所有的有机化学合成反应类型。因此，有机合成是从事药学专业学习及药物研究人员的必修学科。基于以上原因，编者以有机合成化学为基础，按照官能团分类，将药物合成分解成单元反应分布于各章节中，希望能给药物研究工作者提供一个快速查找药物有机合成反应的途径。

本书多以药物合成中的单元反应为据，主要突出实用性，对基本理论不作详细介绍，着重介绍不同反应试剂对不同底物的反应。编者以官能团为分章标准，共编写十二章，其中有：烷烃、烯烃、炔、羧基化合物、醛（酮）、羧酸、酯、酰胺、腈、胺、硝基化合物、卤代烃；为了编写的系统性，编者将杂环和重排反应分列为两章；另外，本书在第十五章还介绍了一些有机合成中常用试剂的制备方法。

参加本书撰写的有马宇衡（第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 5 章、第 9 章），曲丽丽（第 6~8 章、第 10 章、第 12 章、第 13 章），王冬梅（第 3 章、第 11 章），于海涛（第 14 章、第 15 章）。本书的编写还得到了张亮仁教授、刘振明老师的指导，在此特别表示感谢！

药物化学及有机合成化学内容丰富，近年来发展异常迅速，但由于作者的业务水平和时间所限，本书疏漏或不当之处恐在所难免，恳切希望读者指出。

马宇衡

2009 年 1 月于北京

常用缩略词对照表

Ac	acetyl	乙酰基
acac	acetylacetonate	乙酰丙酮
ADDP	1,1'-(azodicarbonyl)dipiperidine	偶氮二甲酰二哌啶
AIBN	2, 2'-azobis (2-methylpropion- itrile) 或 azobisisobutyroni- trile	偶氮二异丁腈
Ar	aryl	芳基
atm	atmosphere	大气压
9-BBN	9-borabicyclo[3. 3. 1]nonane	9-硼杂双环[3. 3. 1] 壬烷
BINAL	1, 1'-bi(2-naphthol)	2,2'-二羟基-1,1'-联 萘
BINAP	[1, 1'-binaphthyl]-2, 2'-bis (di- phenylphosphine)	联萘双二苯基膦
BMS	borane-methyl sulfide	硼烷甲基硫醚
Bn	benzyl	苄基
Boc	<i>t</i> -butylcarbonyl	叔丁基羰基
BOM	benzyloxymethyl	苄氧甲基
BOP	benzotriazol-1-yloxytris (dimeth- ylamino) phosphinium hex- afluorophosphate	苯并三唑-1-氧三(二 甲氨基)膦鎓六氟 磷酸酯
BOP-Cl	<i>N, N</i> -bis (2-oxo-3-oxazolidinyl) phosphinic chloride	<i>N, N</i> -双(2-羰基-3-唑 烷基)次膦酰氯
BOT	borane-1,4-oxathiane	硼烷-1,4-氧硫杂环己 烷
bp	boiling point	沸点
BPHA	<i>N</i> -benzoyl- <i>N</i> -phenylhydroxyl- amine	<i>N</i> -苯甲酰- <i>N</i> -苯基羟 胺

BTI	bis(trifluoroacetoxy) iodo benzene	双(三氟乙酰氧基)碘苯
Bu	butyl	丁基
<i>n</i> -Bu	<i>n</i> -butyl	正丁基
<i>s</i> -Bu	<i>s</i> -butyl	仲丁基
<i>t</i> -Bu	<i>t</i> -butyl	叔丁基
Bus	<i>t</i> -butylsufonyl	叔丁基磺酰基
Bz	benzoxyl	苯甲酰基
C		反应的催化剂
CAN	cerium(IV) ammonium nitrate	硝酸铈铵
Cat.	catalyst	催化剂
Cbz	benzyloxycarbonyl	苄氧羰基
CDI	<i>N, N'</i> -carbonyl diimidazole	<i>N, N'</i> -羰基二咪唑
cHex	cyclohexyl	环己烷
Cp	cyclopenta	环戊烯
<i>m</i> -CPBA	<i>m</i> -chloroperbenzoic acid	间氯过氧化苯甲酸
CsPW	tungstophoric acid cesium	磷钨酸铯
DBAD	di- <i>t</i> -butyl azodicarboxylate	偶氮二甲酸二叔丁酯
DBU	1,8-diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene	1,8-二氮双环[5.4.0]十一碳-7-烯
DCC	dicyclohexylcarbodiimide	双环己基碳二亚胺
DCM	dichloromethane	二氯甲烷
DCU	dicyclohexyl urea	二环己基脲
DDQ	2,3-dichloro-5,6-dicyano-1,4-benzoquinone	2,3-二氯-5,6-二氰基-1,4-苯醌
DEAD	diethylazodicarboxylate	偶氮二甲酸二乙酯
DHQ	dihydroquinine	二氢奎宁
DHQD	dihydroquinidine	二氢奎尼丁
DIAD	diisopropyl azodicarboxylate	偶氮二甲酸二异丙酯
DIBAH 或 DIBAL	diisobutylaluminum hydride	氢化二异丁基铝
DIC	5-(3,3-dimethyl-1-triazenyl)imidazole-4-carboxamide	5-(3,3-二甲基-1-三氮烯)咪唑-4-羧酰胺; 氮烯咪胺
DIPEA	diisopropylethylamine	二异丙基乙基胺
DMA	dimethylamine	二甲胺

DMAP	4-dimethylaminopyridine	4-二甲氨基吡啶
DMD	dimethyldioxirane	二甲基二氧杂环丙烷
DMF	<i>N,N</i> -dimethylformamide	<i>N,N</i> -二甲基甲酰胺
DMP	Dess-Martin periodinane	Dess-Martin 试剂
DMS	dimethyl sulfide	二甲硫醚
DMSO	dimethyl sulfoxide	二甲基亚砜
DMTr	di(<i>p</i> -methoxyphenyl) phenylmethyl	二(对甲氧苯基)苯基甲基
DNP	2,4-dinitrophenyl	2,4-二硝基苯基
DPPA	diphenyl phosphoryl azide	叠氮基磷酸二苯酯
1,3-DPPP	1,3-bis(diphenylphosphino) propane	1,3-双(二苯基磷)丙烷
DTBB	4,4'-ditertbutylbiphenyl	4,4'-双叔丁基联苯
2,6-DTBP	2,6-ditertbutylphenol	2,6-二叔丁基苯酚
EDC	1-ethyl-3-(3'-dimethylaminopropyl)carbodiimide	1-乙基-3-(3'-二甲氨基丙基)碳二亚胺
EDCI	1-ethyl-3-(3'-dimethylaminopropyl)carbodiimide hydrochloride	1-乙基-3-(3'-二甲氨基丙基)碳二亚胺盐酸盐
ee	enantiomeric excess	对映体过量百分比
eq	equiv	当量,指某一物质与某反应基准物的物质的量之比
Et	ethyl	乙基
<i>R,R</i> -Et-DuPHOS	(-)-1,2-Bis(2 <i>R</i> ,5 <i>R</i> -2,5-diethylphospholano)benzene	(-)-1,2-双(2 <i>R</i> ,5 <i>R</i> -2,5-二乙基磷杂环戊烷基)苯
Fmoc-NH ₂	9-fluorenylmethyl carbamate	9-芴甲氧羰酰胺
F ₂₀ -tpp	<i>meso</i> -tetrakis(pentafluorophenyl)porphyrinato dianion	<i>meso</i> -四(五氟苯基)卟啉
g	gram	克
H	hour	小时
HBTU	<i>O</i> -benzotriazol-1-yl- <i>N,N,N'</i> , <i>N'</i> -tetramethyluronium hexafluorophosphate	苯并三氮唑- <i>N,N,N'</i> , <i>N'</i> -四甲基脲六氟磷酸酯
Hex	hexyl	己基

HMDS	1, 1, 1, 3, 3, 3-hexamethyldisilazane	1,1,1,3,3,3-六甲基二硅氮烷
HMPA	hexamethylphosphoramide	六甲基磷酰胺
HMPT	hexamethylphosphoroustriamide	六甲基亚磷酰三胺
HOBT	1-hydroxybenzotriazole	1-羟基苯并三氮唑
HOSU	<i>N</i> -hydroxysuccinimide	<i>N</i> -羟基琥珀酰亚胺
IBX	<i>o</i> -iodoxybenzoic acid	邻碘酰基苯甲酸
IND	indoline	吲哚
k	kilo	千
KHMDS	potassium hexamethyldisilane	六甲基二硅烷钾
L	liter	升
LAH	lithium aluminum hydride	四氢铝锂
LDA	lithium diisopropylamide	二异丙基氨基锂
LDBB	4,4'-di- <i>t</i> -butylbiphenyl ylide	4,4'-二叔丁基联苯基锂
LHMDS	lithium hexamethyldisilane	六甲基二硅基氨基锂
LN	lithium naphthalide	萘基锂
LTA	lead tetraacetate	四乙酸铅
MCPBA	<i>m</i> -chloro peroxybenzoic acid	间氯过氧苯甲酸
Me	methyl	甲基
MEM	methoxyethoxymethyl	甲氧乙氧甲基
min	minute	分钟
MMPP	magnesium monoperoxyphthalate	单过氧化邻苯二甲酸镁
MMTr	<i>p</i> -methoxyphenyldiphenylmethyl	对甲氧基苯基二苯基甲基
mol	mole	摩尔
MOM	methoxymethyl	甲氧基甲基
mp	melting point	熔点
MPM	<i>m</i> -methoxybenzyl	对甲氧基苯基
MPP	monoperoxyphthalic acid	单过氧邻苯二甲酸
MS	molecular sieve	分子筛
Ms	mesyl	甲磺酰基
MSA	methanesulfonic acid	甲磺酸
MTM	methylthiomethyl	甲硫基甲基

NBA	<i>N</i> -bromoacetamide	<i>N</i> -溴乙酰胺
NBS	<i>N</i> -bromosuccinimide	<i>N</i> -溴代琥珀酰亚胺
NCS	<i>N</i> -chlorosuccinimide	<i>N</i> -氯代琥珀酰亚胺
NHPI	<i>N</i> -hydroxyphthalimide	<i>N</i> -羟基邻苯二甲酰亚胺
NIS	<i>N</i> -iodosuccinimide	<i>N</i> -碘代琥珀酰亚胺
NMM	<i>N</i> -methyl morpholine	<i>N</i> -甲基吗啡啉
NMO	4-methylmorpholine- <i>N</i> -oxide	4-甲基吗啉- <i>N</i> -氧化物
PBA	<i>p</i> -bromoaniline	对溴苯胺
PCC	pyridinium chlorochromate	氯铬酸吡啶鎓盐
PDC	pyridinium dichromate	重铬酸吡啶鎓盐
PdCl ₂ (tpp) ₂	dichlorobis di[tris(2-methylphenyl)phosphine] palladium	双[三(2-甲基苯基)膦]氯化钯
PEG	polyethylene glycol	聚乙二醇
PG	protective group	保护基团
Ph	phenyl	苯基
PHAL	phthalazine	二氮杂萘
PMA	<i>p</i> -methylaniline	对甲苯胺
PMB	<i>p</i> -methoxybenzyl	对甲氧苄基
PMBM	<i>p</i> -methoxybenzoxymethyl	对甲氧基苯甲酰甲基
PMP	<i>p</i> -methoxyphenyl	对甲氧苯基
PNB	<i>p</i> -nitrobenzoyl	对硝基苯甲酰基
PPA	polyphosphoric acid	多聚磷酸
PPE	polyphosphate ester	多聚磷酸酯
PPTS	pyridinium <i>p</i> -toluene sulfonate	对甲基苯磺酸吡啶盐
PPY	polypyrrole	聚吡咯
Pr	propyl	正丙基
<i>i</i> -Pr	<i>i</i> -propyl	异丙基
Pro	proline	脯氨酸
PTA	phase-transfer agent	相转移试剂
PTC	phenyl thiourea	苯基硫脲
Py 或 Pyr	pyridine	吡啶
PYR	2,5-diphenyl pyrimidine	2,5-二苯基嘧啶
R		参与反应的试剂
Ref. 或 ref.	reflux	回流
rt 或 R. T.	room temperature	室温

S		反应的溶剂
TABH	Tetramethylammonium triace- toxyborohydride	四甲基三乙酰氧 基硼氢化铵 [Me ₄ NHB(OAc) ₃]
TBA	tribenzylammonium	三苄基铵
TBAF	tetrabutylammonium fluoride	四丁基氟化铵
TBDMS	<i>t</i> -butyldimethylsilyl	叔丁基二甲基硅
TBDPS	<i>t</i> -butyldiphenylsilyl	叔丁基二苯基硅
TBHP	<i>t</i> -butyl hydroperoxide	叔丁基氢过氧化物
TBS	tributylsilane	三丁基硅烷
TBTU	<i>O</i> -benzotriazol-1-yl- <i>N,N,N',N'</i> - tetramethyluronium tetrafluorob- orate	<i>O</i> -苯并三氮唑- <i>N,N,N',N'</i> -四甲基 脲四氟硼酸酯
TCC	trichlorocyanuric acid	三氯氰尿酸
TEA	triethylamine	三乙胺
TEAB	tetraethylammonium bromide	四乙基溴化铵
TEAP	tetraethyl ammonium perchlo- rate	四乙基高氯酸铵
TEMPO	2, 2, 6, 6-tetramethylpiperidine- <i>N</i> -oxide	2, 2, 6, 6-四甲基哌 啉氮氧化物
TES	triethylsilyl	三乙基硅
Tf	trifluoromethanesulfonyl	三氟甲磺酰
TFA	trifluoroacetic acid	三氟乙酸
TFAA	trifluoroacetic anhydride	三氟乙酸酐
TfOH	trifluoromethanesulfonic acid	三氟甲磺酸
TFFA	trifloroperacetic acid	过氧化三氟乙酸
THF	tetrahydrofuran	四氢呋喃
THP	tetrahydropyran	四氢吡喃
TIPS	triisopropylsilyl	三异丙基硅
TMANO	trimethylamine <i>N</i> -oxide	氧化三甲胺
TMEDA	<i>N,N,N',N'</i> -tetramethylethyl- ene diamine	<i>N,N,N',N'</i> -四甲基 乙二胺
TMOF	trimethyl orthoformate	原甲酸三甲酯(三甲 氧基甲烷)

TMS	trimethylsilyl	三甲基硅
TMTr	tri(<i>p</i> -methoxyphenyl)methyl	三(对甲氧基苯基)甲基
TNCB	2,4,6-trinitrochlorobenzene	2,4,6-三硝基氯苯
Tol	toluene	甲苯
Tos 或 Ts	<i>p</i> -toluenesulfonyl	对甲苯磺酰基
TPS	triphenylsilyl	三苯基硅
TPS	2,4,6-triisopropylbenzenesulfonyl chloride	2,4,6-三异丙基苯磺酰氯
Tr	trityl	三苯甲基
TsOH	<i>p</i> -toluenesulfonic acid	对甲苯磺酸

目 录

第 1 章 合成烷烃	1	2.3.2 卤代烷的消除	41
1.1 还原反应	1	2.3.3 酯的消除	42
1.1.1 烯的还原	1	2.3.4 胺的消除	44
1.1.2 炔的还原	11	2.3.5 醚的消除	45
1.1.3 芳香化合物的还原	12	2.4 缩合反应	46
1.1.4 卤化物的还原	16	2.4.1 金属化合物参与的缩合反应	46
1.1.5 醛(酮)的还原	21	2.4.2 羰基 α -碳的缩合反应	47
1.2 碳负离子与卤代烷的反应	23	2.4.3 Wittig 反应	51
1.3 碳负离子与羰基化合物的反应	24	2.4.4 其他反应	52
1.4 Micheal 加成	27	2.5 烯炔复分解	54
1.5 其他类型的碳碳键合成法	29	2.6 丙二烯的合成	55
第 2 章 合成烯烃	31	2.6.1 炔基合成丙二烯	55
2.1 炔的还原	31	2.6.2 羰基化合物合成丙二烯	56
2.1.1 炔的顺式还原	31	第 3 章 合成炔	58
2.1.2 炔的反式还原	32	3.1 消除反应	58
2.2 炔的加成反应	35	3.1.1 羟基的消除	58
2.2.1 炔的 Micheal 加成反应	35	3.1.2 卤代烷的消除	59
2.2.2 酸与炔的加成反应	36	3.1.3 烯基醚的消除	61
2.2.3 金属化合物参与的炔加成	37	3.2 缩合、偶联反应	62
2.2.4 自由基加成	38	3.3 其他类型合成炔的反应	64
2.3 消除反应	39	第 4 章 合成羰基化合物	66
2.3.1 醇的消除	39	4.1 氧化	66
		4.1.1 烷烃的氧化	66
		4.1.2 羰基 α 位的氧化	70
		4.1.3 烯炔的氧化	71

4.2 还原	76	6.1.4 烯的氧化	151
4.2.1 醛(酮)的还原	76	6.2 水解	152
4.2.2 羧酸的还原	83	6.2.1 酯水解	152
4.2.3 酯的还原	85	6.2.2 酰胺的水解	154
4.2.4 酰氯的还原	89	6.2.3 酸酐的开环 反应	155
4.2.5 环氧烷烃的氢化 开环	89	6.2.4 腈的水解	156
4.2.6 氢化脱苄基	90	第7章 合成酯	158
第5章 合成醛(酮)	93	7.1 氧化	158
5.1 氧化	93	7.1.1 醛氧化成酯	158
5.1.1 羟基氧化成 醛(酮)	93	7.1.2 醚氧化成酯	159
5.1.2 醚氧化成酮	108	7.2 酰化	160
5.1.3 卤代烷的氧化	108	7.2.1 烷羟基的酰化	160
5.1.4 烷基的氧化	111	7.2.2 酚羟基的酰化	182
5.1.5 烯的氧化	117	7.3 醇解	184
5.1.6 炔的氧化	120	7.3.1 酰胺的醇解	184
5.1.7 酚氧化成醌	121	7.3.2 酯交换	184
5.2 还原	123	7.3.3 腈的醇解	186
5.2.1 酯的还原	123	第8章 合成酰胺	187
5.2.2 酰卤的还原	124	8.1 氧化	187
5.2.3 酰胺的还原	126	8.1.1 胺的氧化	187
5.2.4 腈的还原	127	8.1.2 亚胺的氧化	188
5.3 酰化	128	8.2 胺的酰化	188
5.3.1 芳香化合物的 酰化	128	第9章 合成腈	193
5.3.2 非芳香碳原子的 酰化	137	9.1 氧化	193
第6章 合成羧酸	146	9.2 脱水反应	193
6.1 氧化	146	9.2.1 酰胺的脱水	193
6.1.1 羟基氧化成 羧基	146	9.2.2 脞脱水	195
6.1.2 醛(酮)氧化成 羧酸	149	9.3 取代反应	196
6.1.3 烷烃的氧化	150	9.3.1 卤代芳烃的氰 取代	196
		9.3.2 芳香胺的氰 取代	197
		9.3.3 卤代烷的氰 取代	198

9.3.4 磺酸酯的氟取代	199	12.2.4 端基烯的双卤代	239
第10章 合成胺	200	12.3 炔的卤化	240
10.1 酰胺的还原	200	12.3.1 炔的单卤化	240
10.2 腈的还原	203	12.3.2 炔的双卤化	241
10.3 硝基(亚硝基)的还原	205	12.4 苯的卤化	242
10.4 叠氮化合物的还原	210	12.5 羟基的卤置换	246
10.5 亚胺的还原	212	12.5.1 烷基基的卤置换	246
10.6 肟、肟的还原	216	12.5.2 酚羟基的卤置换	250
10.7 氢化脱磺酰基	217	12.6 羧酸的卤化	252
第11章 合成硝基化合物	220	12.6.1 羧酸转化为酰氯	252
11.1 氧化	220	12.6.2 脱羧卤置换	253
11.1.1 胺的氧化	220	第13章 合成杂环	255
11.1.2 肟的氧化	221	13.1 合成三元杂环	255
11.2 取代	222	13.1.1 合成氧杂环丙烷	255
11.2.1 芳香化合物的硝化	222	13.1.2 合成硫杂环丙烷	260
11.2.2 卤代烷的硝化	224	13.1.3 合成氮杂环丙烷	263
11.2.3 氧杂环丙烷的硝化开环	225	13.1.4 合成二氮杂环丙烷	267
11.2.4 磺酸酯的硝基取代	226	13.1.5 合成2 <i>H</i> -氮杂环丙烯	269
第12章 合成卤代烷	227	13.2 合成四元杂环	271
12.1 烷烃的卤化	227	13.2.1 合成氧杂环丁烷	271
12.1.1 烯丙基的卤代	227	13.2.2 合成硫杂环丁烷	275
12.1.2 苄位卤代	228	13.2.3 合成氮杂环丁烷	276
12.1.3 羰基 α 位的卤代	230	13.3 合成五元杂环	279
12.2 烯的卤化	234		
12.2.1 端基烯的单卤代	234		
12.2.2 烯的卤化加成	236		
12.2.3 烯的双卤化加成	237		

13.3.1	合成含一个杂原 子的五元环	279
13.3.2	合成含两个杂原 子的五元环	290
13.3.3	合成含两个以上 杂原子的五 元环	302
13.4	合成六元环	304
13.4.1	合成含一个杂原 子的六元环	304
13.4.2	合成含两个杂原 子的六元环	319
13.4.3	合成含两个以上杂 原子的六元环	324
第14章 重排反应		330
14.1	亲核重排	330
14.1.1	Arndt-Eistert 重排	330
14.1.2	Baeyer-Villiger 重排	331
14.1.3	Beckmann 重排	334
14.1.4	二苯基乙二酮- 二苯基羧基 乙酸重排	337
14.1.5	Curtius 重排	339
14.1.6	Hofmann 重排	342
14.1.7	Lossen 重排	344
14.1.8	Neber 重排	346
14.1.9	Pinacol 重排	348
14.1.10	Schmidt 重排	351
14.1.11	Wagner-Meerwein 重排	353
14.1.12	Wolff 重排	354
14.2	亲电重排	356

14.2.1	Favorski 重排	356
14.2.2	Stevens 重排	357
14.2.3	Wittig 重排	359
14.3	自由基重排	360
14.4	周环重排	361
14.4.1	Claisen 重排	361
14.4.2	Cope 重排	366
14.4.3	Fisher 吡啶 合成	368
14.5	芳香族重排	370
14.5.1	Bamberger 重排	370
14.5.2	Fries 重排	371
14.5.3	Smiles 重排	371
14.5.4	Sommelet 重排	372

第15章 常用有机合成试剂

的制备		374
1.	乙酸酐	374
2.	对甲苯磺酸乙酸酐	374
3.	异丙醇铝	375
4.	苯磺酰叠氮化物	375
5.	邻苯二酚硼烷	376
6.	<i>N</i> -苯甲酰基- <i>N</i> -苯基 羟胺	376
7.	9-硼双环 [3.1.1] 壬烷	377
8.	硼烷-1,4-氧硫杂环己烷	377
9.	<i>N</i> -溴代乙酰胺	378
10.	<i>N</i> -溴代丁二酰亚胺 (<i>N</i> -溴代琥珀酰亚胺)	378
11.	次氯酸叔丁酯	379
12.	叔丁基氢过氧化物	380
13.	光气	380
14.	<i>N</i> , <i>N'</i> -羰基二咪唑	381
15.	氯甲基甲基醚	381
16.	间氯过氧苯甲酸	382

17. <i>N</i> -氯代丁二酰亚胺 (<i>N</i> -氯化琥珀酰亚胺) ...	382	28. 二异丙基氨基锂	388
18. 2-氯代四氢呋喃	383	29. 六甲基二硅基氨基锂	389
19. Dess-Martin 试剂	383	30. 甲烷磺酸酐	389
20. 二氯乙烯酮	384	31. 甲基锂	390
21. 二甲基铜锂	384	32. 甲基碘化镁	390
22. 氯化氢	385	33. 叔丁醇钾	391
23. <i>N</i> -羟基丁二酰亚胺 (<i>N</i> -羟基琥珀酰 亚胺)	385	34. 吡啶- <i>N</i> -氧化物	391
24. <i>N</i> -碘代丁二酰亚胺 (<i>N</i> -碘代琥珀酰亚胺) ...	386	35. 氯铬酸吡啶鎓盐	391
25. 琼斯试剂	387	36. 乙炔钠	392
26. 劳威森试剂	387	37. 钠汞齐	392
27. 二乙氨基锂	388	38. 三乙酰氧基硼氢化钠	393
		39. 硼氢化四甲基铵	393
		40. 对甲苯磺酰肼	394
		41. 过氧三氟乙酸	394
		42. 锌-铜偶 (锌铜齐)	394

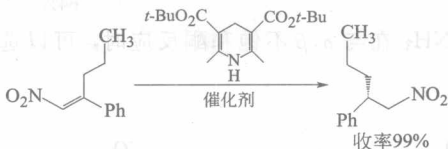
第1章 合成烷烃

1.1 还原反应

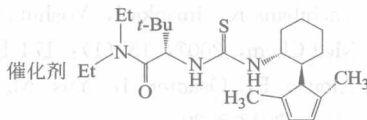
1.1.1 烯的还原

1.1.1.1 共轭烯的还原

1-001

【合成反应】^[1]

【注释】用硫脲的不对称催化剂和二氢吡啶化合物可以将硝基烯类化合物不对称地还原为单键。



【参考文献】 [1] Martin N J A, Ozores L, List B. J Am Chem Soc, 2007, 129: 8976.

1-002

【合成反应】^[1]