

Reaktionen und Synthesen

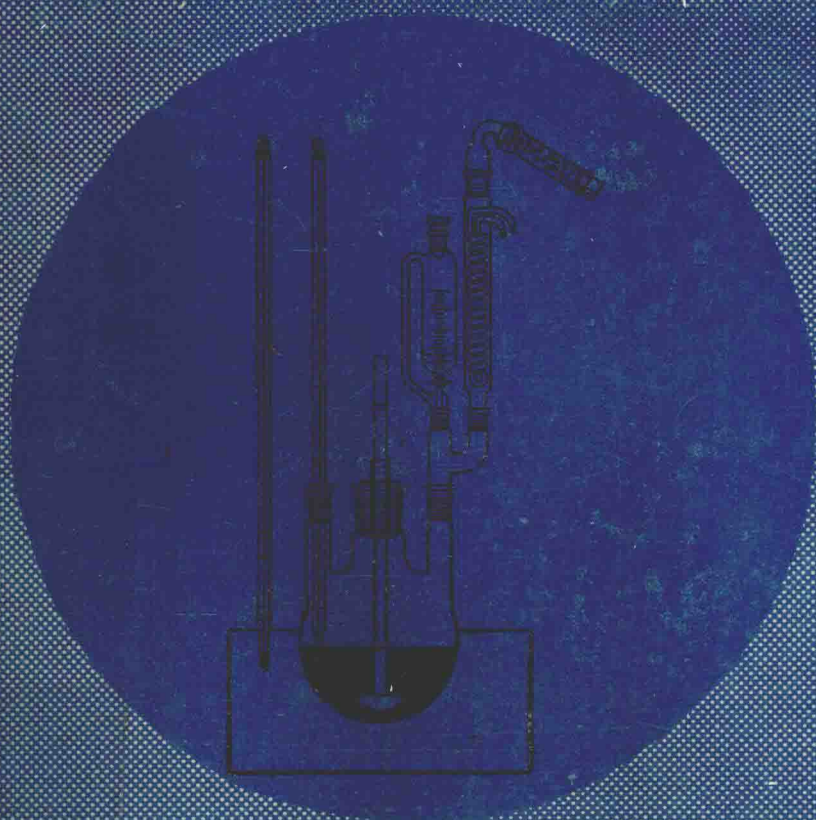
精细有机合成

——有机化学实践中的
反应与合成

【联邦德国】L. -F. Tietze Th. Eicher 著

张进琪 译 董祖祺 校

南京大学出版社



精细有机合成

有机化学实践中的反应与合成

〔联邦德国〕 L.-F. Tietze 著
Th. Eicher

张进琪 译

董祖祺 校



南京大学出版社

1990·南京

(苏) 新登字第 011 号

Lutz-Friedjan Tietze und Theophil Eicher

Reaktionen und Synthesen
im organisch-chemischen
Praktikum

unter Mitarbeit von

G. v. Kiedrowski und D. Krause

sowie

M. Abel, A. Bergmann, K. Brüggemann, R. Graf,
H.-J. Guder, S. Henke, U. Reichert und R. Rohde

Georg Thieme 1981

精细有机合成
有机化学实践中的反应与合成

著者: L.-F. Tietze, Th. Eicher

译者: 张进琪

出版: 南京大学出版社

发行: 江苏省新华书店

印刷: 六合冶山印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 32.25

字数: 786 千 印数: 1-3000

1992 年 5 月第 1 版 1992 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 7-305-00695-5/O·40

定价: 18.00 元

责任编辑: 徐丰

译者前言

言有香著

本书荣获 1982 年联邦德国化学工业财团优秀著作奖。书中所收集的化合物及反应不仅重要、新型和令人感兴趣，而且在反应类型、反应机理、反应选择性、多步合成的设计方法、官能团的转化及保护，以及新试剂和反应装置的巧妙使用，直到有机合成的安全措施等方面都恰到好处地融成一体；此外，每个实验中所得到的产物，都列有准确可靠的物理常数及光谱分析数据；根据实验的难易程度加以分类，便于读者根据需求和实验条件选用。鉴于上述特点，本书不仅可以用作大学化学专业本科生和研究生的参考书，也可以供从事有机合成的有关人员参考。

本书是在高济宇教授的指导下翻译而成的。参加本书翻译工作的还有邹惠仙副教授等，全书由董祖祺副教授校阅。在译校过程中，得到黄园富教授和孙祥祯副教授的热情支持，并提出了许多有益的建议，在此深表谢意。

鉴于本书涉及内容广泛，论述精深，译者水平有限，书中错译和不妥之处，敬请读者批评指正。

译者

1987 年 12 月于南京大学

有机合成化学已在化学家同大自然的至今还没有人达到过的杰出成就的竞争中发展成为一门重要的学科，这门学科文艺复兴般的繁荣景象呈现在许多出版物中。

有机合成化学各种各样的课题产生于天然物质化学和理论上有兴趣的物质化学，这两个领域推动着有机化学物质在生物化学、药物学和工艺学中被应用，同样给在合成方面工作的化学家创造了重要而必需的场所。

有机合成化学的基础是各种各样官能团的个别反应，这些官能团符合一定的反应类型。有机化学使用反应机理来说明官能团和反应类型之间的相互关系，反应机理具有模式特点并作为有序原则获得了重大的意义。

《有机化学实践中的反应与合成》一书在有兴趣而重要的化合物的合成范围内，将物质分类和官能团，与反应类型和反应机理联结起来，并试图用这种方式，把内容极为丰富的有机合成化学清楚地分成章节。

本书的主要心愿是借助制备上重要的反应，精选仪器设备，利用官能团合成有机分子。本书一方面包含一些比较古老而有用的反应，另一方面对制备有机化学的最新发展，如区域选择和立体选择方法都给予足够的重视。本书作者将竭力在下次再版时，通过单个反应和合成的更换，使本书的内容适应于有机合成化学的发展。

本书的结构和使用指南：

在关于有机化学反应的设计、准备和实施，装置和实验记录等一般注意事项之后 (p1~)，首先介绍简单官能团的化合物，如烯烃、炔烃、卤代烃、醇、醚、环氧化合物、有机硫化合物、胺、醛酮及其衍生物、羧酸及其衍生物和芳烃的合成和转化 (p24~)，然后将得到的种种官能团化合物用来合成复杂分子，这时把 p24~123 所述的许多化合物用作合成组分。在介绍碳-碳键形成的重要方法 (p124~) 以后，接着介绍碳环化合物 (p182~)、杂环化合物 (p240~)、染料 (p291~) 的合成和转化，此外，关于官能团的保护和同位素标记方法的使用 (p305~)，区域及立体选择反应的例子 (p316~)，生物碱、氨基酸、多肽、碳水化合物、萜类、维生素、信息素、前列腺素、杀虫剂和药物等领域的合成在本书中占有中心地位，对它们的合成计划与概念，运用逆向合成分解的原理进行讨论 (p344~)。几乎所有收集在本书中的反应例子是较大的合成序的组成，“合成图解”说明了这一情况 (p416~)，这些“合成图解”包括基本的（直列的或并列的）合成方法和每个合成阶段的难点，此外用提示语说明最重要的转换和反应原则。“合成图解”给使用者迅速地提供了有关合成反应的概况。

每一章都有一个简短的引言，总结论述主题最重要的方面和有关每个反应与合成的关系。另外，它还提供了新的发展概况或原始的工作。每章的参考文献集中列在本书的卷末。

引言以后就是单步合成或多步合成的例子，每个合成由实验操作和处理为其核心部分。

本书采用以下的编排次序：各类化合物用记号（A, B, C……）表示，要合成的分子的分子用（1, 2, 3……）表示，反应步骤用（a, b, c……）表示。合成的难易程度用（★/★★/★★★）作标志，便于各种不同水平实验的分级和选用。化合物名称上面所列的文献指明该化合物的来源。

对反应式中的原料、产物和其他重要的反应物，列出了有关的分子量。在特殊情况下，给出了实验装置（例如光化学反应和电解反应的装置）。确当的反应装置的选择和组合是实验准备工作中的重要一环。对于实验装置，没有作详细的叙述。一般的实验装置（p5~）可根据指导教师的指导，或由学生根据自己的实验经验选用。实验记录分成两部分，第一部分是反应的实施，在很多情况下，包括原料的毒性、纯化方法以及有关注意事项等。第二部分是后处理，它叙述产物的加工、分离和纯化等。记录这些内容时，每一个实验阶段均要详细记录，因为在这里能找出反应失败的主要原因。此外在出版物中，关于后处理的叙述总是非常简单的。在这一部分中，还有纯度（mp, bp, n_D , tlc 等）、产物的注释及稳定性、毒性和其他性质；合成化合物的光谱性质（IR, NMR, UV 等）以及衍生物鉴定（仪器的和化学的鉴定）。

实验的结束部分有简明扼要的小结，它主要叙述实验的理论背景、合成方法、反应的形成和机理，以及其他的合成方法等。

Barmann 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。他们对本书的出版给予了极大的支持。

在本书的编写过程中，得到了许多同事的帮助，特别是 Dr. H. Vogel (Köln) 以及 Dr. H. Vogel (Köln) 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，得到了许多同事的帮助，特别是 Dr. H. Vogel (Köln) 以及 Dr. H. Vogel (Köln) 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，得到了许多同事的帮助，特别是 Dr. H. Vogel (Köln) 以及 Dr. H. Vogel (Köln) 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，得到了许多同事的帮助，特别是 Dr. H. Vogel (Köln) 以及 Dr. H. Vogel (Köln) 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，得到了许多同事的帮助，特别是 Dr. H. Vogel (Köln) 以及 Dr. H. Vogel (Köln) 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，得到了许多同事的帮助，特别是 Dr. H. Vogel (Köln) 以及 Dr. H. Vogel (Köln) 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，得到了许多同事的帮助，特别是 Dr. H. Vogel (Köln) 以及 Dr. H. Vogel (Köln) 博士 (Hochst AG) 表示衷心的感谢。

Lutz-Friedrich Thiele

Theophil Richter

葛廷栋、李德福

1981年9月

致 谢

作者感谢各位专业同行，他们把自己研究工作中宝贵的实验数据提供给我们，为本书的写成出版作出了贡献。我们特别要对 R. Appel (Bonn), H. J. Bestmann (Erlangen), H. Dürr (Saarbrücken), D. Enders (Giessen), B. Franck (Münster), K. Hafner (Darmstadt), M. Hanack (Tübingen), R. W. Hoffmann (Marburg), D. Hoppe (Göttingen), S. Hünig (Würzburg), A. Krebs (Hamburg), R. Kreher (Lübeck), F. W. Lichtenthaler (Darmstadt), T. N. Mitchell (Dortmund), H. Musso (Karlsruhe), W. P. Neumann (Dortmund), H. Paulsen (Hamburg), M. Regitz (Kaiserslautern), H. J. Schäfer (Münster), U. Schöllkopf (Göttingen), D. Seebach (Zürich), W. Steglich (Bonn), W. Tochtermann (Kiel), F. Vögtle (Bonn), E. Vogel (Köln) 以及教授 H. Pommer 博士、E. Hahn 博士和 A. Nürrenbach 博士 (BASF AG)、教授 S. Schütz 博士和 Haaf 博士 (Bayer AG)、E.-J. Brunke 博士 (Dragoco)、K.-H. Schulte-Elte 博士 (Firmenich)、教授 K. Weissmehl 博士和 W. Bartmann 博士 (Hoechst AG) 表示衷心的感谢。

作者感谢化学工业基金会，他们对本书规划的实验准备工作，在人力和物力上给予了大力的支持。

在实验例子的挑选、验证和附加实验工作的过程中，多特蒙德大学和哥廷根大学两个研究组的同事们进行了紧张的实验工作。没有他们的勤奋工作和通力合作，要完成本书的写作是不可能的。作者特别感谢在这本书的扉页上（见本书版权页，译者注）列名的那几位亲密的协作者，向他们表示深切的谢意。

在手稿、誊清稿的制作和整理过程中，E. Esdar 夫人、K. Beek 夫人、P.-M. Ott 夫人以及 R. Faltin 夫人、Ch. Nettelbeck 夫人、E. Brodhage 夫人、E. Pfeil 夫人等不知疲倦地工作，给予我们很大的帮助，我们同样向她们表示衷心的感谢。

作者感到十分幸运的是：在本书制作的各个阶段，由于 Georg Thieme 出版社，其中特别是 P. Heinrich 博士的理解、支持和协助，才能使本书得以出版。此外，I. Naumczyk 夫人把许多反应图式制成合适的缩小版，进行了最佳的编辑上的加工处理。

一本书的完成和出版，必须得到作者周围人的体贴和极大的耐心，因此作者对他们的家庭成员表示感谢。

Lutz-Friedjan Tietze
Theophil Eicher
哥廷根，多特蒙德
1981年9月

表1. 在实验室中接触到的最主要的致癌物和可能引起癌症的化合物 (参阅 Houben / Weyl, Vol.I / 2, pp.936—942; Vol.V / 26, pp.40—50)

A1-化合物	A2-化合物	B-化合物
黄曲霉素	丙烯腈	乙酰胺
4-氨基联苯	铍和它的化合物	碱金属铬酸盐
三氧化二砷	铬酸钙	烯丙基氯
五氧化二砷	N-氯炭基吗啉	三氧化二锑
含砷的酸, 砷酸和它的盐	钴 (金属钴的粉尘和它难溶的盐)	亚苄基二氯 (苄基二氯甲烷)
石棉 (可吸入的粉尘)	重氮甲烷	三氯甲苯 (苄基三氯甲烷)
联苯胺和它的盐	1,2-二溴乙烷	苄氯
苯	1,2-二溴-3-氯丙烷	镉和它的化合物
双二氯甲基醚	3,3'-二氯联苯胺	联苯的氯化物
氯二甲基醚 (作为双二氯甲基醚的杂质)	硫酸二乙酯	氯仿
β -萘胺	二甲基氨基甲酸氯	五氧化二铬
煤焦油	1,1-二甲基肼	二乙基氨基甲酸氯
氯乙烯	N,N-二甲基亚硝酸胺	邻联(二)茴香胺
铬酸锌	硫酸二甲酯	(4,4'-二氨基-3,3'-二甲氧基联苯)
	3-氯-1,2-环氧丙烷 (氯甲基环氧乙烷)	双(2-氯乙基)醚
	吡丙啉 (氮丙啉)	1,2-二氯乙烷
	六甲基磷酰胺肼	双(4-氨基苄基)甲烷
	双(4-氨基-3-氯苯基)甲烷	1,4-二噁烷
	碘甲烷	苯肼
	烷基镍	N-苄基- β -萘胺
	5-硝基二氢萘	邻联甲苯胺 (4,4'-二氨基-3,3'-二甲基联苯)
	2-硝基萘	邻甲苯胺 (2-氨基甲苯)
	2-硝基丙烷	1,1,2-三氯乙烷
	β -丙醇酸内酯	三氯乙烯
	丙烯基亚胺 (氮杂环丁烷)	1,1-二氯乙烯 (1,1-二氯乙烷)
	铬酸镉	2,4-二甲代苯胺 (2,4-二甲基苯胺)

目 录

1	进行化学反应的一般注意事项	1
1.1	实验室安全	1
1.2	事故发生时的紧急处理	2
1.3	化学反应的设计、准备和实施	2
1.4	标准的实验装置	5
1.5	反应产物的分离和纯化	20
1.5.1	反应的后处理	20
1.5.2	反应产物分离和纯化的方法	21
1.5.3	纯度的标准和纯度的检验	23
2	官能团的形成和变换	24
2.1	烯烃和炔烃	24
2.1.1	烯烃	24
A-1	环己烯	25
A-2	2-庚烯	25
A-3	(Z)-6-(四氢-2-吡喃基氧代)-3-己烯-1-醇	26
A-4a-b	1,6-二乙酰氧基-(Z)-3-己烯	26
A-4a	1,6-二乙酰氧基-(E)-3-三乙硅基-3-己烯	26
A-4b	1,6-二乙酰氧基-(Z)-3-己烯	27
2.1.2	炔烃	28
A-5	3,3-二甲基-1-丁炔	28
A-6a-b	环辛炔	29
A-6a	1-溴环辛烯	29
A-6b	环辛炔	29
A-7a-b	二苯基乙炔	30
A-7a	二苯乙二酮二腈	30
A-7b	二苯基乙炔	30
A-8	4,4-二甲基-6-庚炔-2-酮	31
A-9	1-己炔	32
2.2	卤代烃	32
B-1	1,2-二溴-3,3-二甲基丁烷	33
B-2 ₁	1-溴庚烷	34

B-2 ₂	1-溴庚烷	34
B-3	2,2'-双(溴甲基)联苯	35
B-4	1-溴-3-甲基-2-丁烯(异戊烯基溴)	35
B-5	1-氯戊烷	36
B-6	1-氯壬烷	36
B-7	苯甲酰亚甲基溴	37
B-8	二溴麦尔多姆酸(5,5-二溴-2,2-二甲基-4,6- -二氧化-1,3-二噁烷)	37
B-9	2-溴己醛	38
B-10	4-溴甲基苯甲酸	38
B-11	苄碘	39
2.3	醇(羟基化合物)	39
C-1	5-壬醇	40
C-2	4-(对甲苯基)-4-羟基丁酸	41
C-3	1-(对甲苯基)-1,4-丁二醇	42
C-4	2,2'-双(羟甲基)联苯	42
C-5	2-环己烯醇	43
C-6	(-)-顺式桃金娘烷醇	43
C-7	β -苯基乙醇	44
C-8	反-1,2-环己二醇	45
2.4	醚和环氧乙烷	46
D-1	间苯二酚二甲醚	46
D-2	(+)-(R,R)-2,3-二甲氧基-N,N,N',N'-四甲基丁二酰胺	47
D-3	氧化异佛尔酮	48
D-4	顺-2,3-环氧环己醇	48
D-5	1-苯基-1-(β -苯乙烯基)环氧乙烷	49
2.5	含硫化合物	49
E-1	(3-氯丙基)苯基硫醚	50
E-2	二苄基硫醚	50
E-3	二苄基砷	51
E-4	碘化三甲基铈	51
E-5	碘化三甲基氧化铈	52
E-6	对甲苯亚磺酸	52
E-7	对甲苯亚磺酰氯	53
E-8	(-)-(S)-对甲苯亚磺酸-(1R,2S,4R)-蒎基酯	53
2.6	胺	54
F-1	对溴苯胺	56
F-2a-c	乙基己基胺	57
F-2a	正己胺	57

F-2b	<i>N</i> -己基苯亚甲基亚胺	58
F-2c	乙基己胺	58
F-3	(+)-(S)-1,4-双(二甲氨基)-2,3-二甲氧基丁烷(DDB)	59
F-4a—c	2-二甲氨基-1,3-二苯基-1-丙酮	59
F-4a	<i>N,N</i> -二甲基苄胺	59
F-4b	二甲苄基苯甲酰甲基溴化铵	60
F-4c	2-二甲氨基-1,3-二苯基-1-丙酮	60
F-5	甲基己胺	61
F-6	<i>N</i> -环己基苄基胺	61
F-7a—c	苄胺	62
F-7a	<i>N</i> -苄基六亚甲基氯化四铵	62
F-7b	亚磺酸苄氨基甲酯	62
F-7c	苄胺	63
F-8	1,8-双(二甲氨基)萘	63
F-9a—b	<i>N</i> -乙基间甲基苯胺	64
F-9a	<i>N</i> -乙基间甲基- <i>N</i> -甲酰苯胺	64
F-9b	<i>N</i> -乙基间甲基苯胺	65
F-10a—b	2-氨基己烷	65
F-10a	2-乙酰苄氨基己烷〔 <i>N</i> -(2-己基)乙酰胺〕	65
F-10b	2-氨基己烷	66
2.7	醛酮及其衍生物	66
2.7.1	醛和酮	66
G-1 ₁₋₃	辛醛 I	69
G-1 ₁	用重铬酸钠-硫酸氧化 1-辛醇	69
G-1 ₂	用氯铬酸吡啶鎓盐(PCC)氧化 1-辛醇	69
G-1 ₃	用二甲基亚砷氧化对甲苯磺酸-1-辛酯	70
G-2	环己酮	71
G-3a—b	(-)-薄荷酮	71
G-3a	PCC-氧化铝配合物的制备	71
G-3b	(-)-薄荷酮	72
G-4	5-胆甾烯-3-酮	72
G-5a—b	香茅醛	73
G-5a	重铬酸吡啶鎓盐	73
G-5b	香茅醛(3,7-二甲基-6-辛烯醛)	73
G-6	牻牛儿醛(3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛)	74
G-7	1-对甲苯基-4-羟基-1-丁酮	74
G-8	4-硝基苯甲醛	75
G-9	环己基醛	75
G-10a / G-10b	己醛 / 己醛亚胺	76

82	G-11	辛醛 II	77
82	G-12a—c	3-辛酮	77
82	G-12a	己酰氯	77
82	G-12b	N-己酰咪唑	78
82	G-12c	3-辛酮	78
80	G-13 ₁	1-苯基-3-戊酮 I	79
80	G-13 ₂	1-苯基-3-戊酮 II	80
80	G-14	4-对甲苯基丁酸	80
80	G-15a—c	(E)-4-乙酰氧基-2-甲基-2-丁烯醛	81
80	G-15a	1-氯-2-甲-3-丁烯-2-醇	81
80	G-15b	(E)-1-乙酰氧基-4-氯-3-甲-2-丁烯	82
80	G-15c	(E)-4-乙酰氧基-2-甲基-2-丁烯醛	82
2.7.2		醛和酮的衍生物	83
83	G-16	1,1-二甲氧基丁烷	83
83	G-17	双(二甲氨基)甲烷	83
83	G-18	2-甲基-1,3-二噻烷	84
83	G-19	β -甲氧基苯乙烯	84
83	G-20a—b	2-环己烯-1-酮	85
83	G-20a	3-异丁氧基-2-环己烯-1-酮	85
83	G-20b	2-环己烯-1-酮	85
2.8		羧酸及其衍生物	86
2.8.1		羧酸	86
86	H-1	己二酸	88
86	H-2	4-硝基苯乙酸	88
86	H-3a—b	4-甲-4-苯基戊酸	89
86	H-3a	4-甲-4-苯基戊酸硫代酰吗啉	89
86	H-3b	4-甲-4-苯基戊酸	89
86	H-4	苯乙酸甲酯	90
86	H-5	3-甲基-2-丁烯酸(β,β -二甲基丙烯酸, 千里光酸)	91
86	H-6	2-氰基联苯基-2'-羧酸	92
2.8.2		羧酸的衍生物	93
93	H-7	对甲苯甲酸乙酯	95
93	H-8	联苯基-2,2'-二甲酸二甲酯	95
93	H-9	2-甲基-3-硝基苯甲酸甲酯	96
93	H-10	己二酸二乙酯	96
93	H-11	(4-甲氧基苯基)乙酸甲酯	97
93	H-12	(+)-(R,R)-酒石酸二乙酯	97
93	H-13	乙酸对甲苯酯	98
93	H-14	2-乙酰基-1-(4-氯苯甲酰氧基)-4-甲基苯	98

H-15	甘氨酸乙酯盐酸盐	99
H-16	2,2-二甲基-4,6-二氧代-1,3-二噁烷	99
H-17	3,3-二甲基烯丙酰氯(异戊烯酰氯)	100
H-18	环己基甲酰氯	100
H-19	4-氯苯甲酰氯	101
H-20	4-硝基苯甲酰氯	101
H-21	丁二酸酐	102
H-22	<i>N</i> -甲基甲酰苯胺	102
H-23	<i>N,N</i> -二甲基环己基甲酰胺	103
H-24	<i>N</i> -甲酰基甘氨酸乙酯	103
H-25	(+)-(<i>R,R</i>)- <i>N,N,N',N'</i> -四甲基酒石酸二酰胺	104
H-26	α -苯基乙酰胺	104
H-27	氮杂-2-环十三烷酮	105
H-28	己腈	106
2.9	芳香族化合物的反应	106
I-1a—c	4-叔丁基邻苯二甲酸	107
I-1a	叔丁基氯	107
I-1b	1,2-二甲基-4-叔丁基苯	107
I-1c	4-叔丁基邻苯二甲酸	108
I-2	异丙苯(枯烯)	108
I-3	4-乙酰基枯烯(1-乙酰基-4-异丙苯)	109
I-4	β -(4-甲苯甲酰基)丙酸	110
I-5	2,4-二甲氧基苯甲醛	110
I-6	4-甲基-4-苯基-2-戊酮	111
I-7	2-乙酰基-4-甲基苯酚	111
I-8	4,5-二溴蒽蒽醚(4,5-二溴邻二甲氧基苯)	112
I-9a—b	<i>N</i> -乙酰基-2-硝基对甲苯胺	112
I-9a	<i>N</i> -乙酰基对甲苯胺	112
I-9b	<i>N</i> -乙酰基-2-硝基对甲苯胺	113
I-10	(4-硝基苯基)乙腈	113
I-11	2,4-二氯-5-氨基酰基苯甲酸	114
I-12	对硝基溴苯	115
I-13	邻碘苯甲酸	115
I-14a—d	1,2,3-三溴苯	116
I-14a	2,6-二溴-4-硝基苯胺	116
I-14b	1,2,3-三溴-5-硝基苯	116
I-14c	3,4,5-三溴苯胺	117
I-14d	1,2,3-三溴苯	118
I-15	2,6-二溴-4-硝基-4'-甲氧基二苯醚	118

99	I-16a—d	2-甲氧基-1,4-萘醌	119
99	I-16a	1-氨基-2-萘酚	119
001	I-16b	1,2-萘醌	120
001	I-16c	4-吗啉基-1,2-萘醌	120
101	I-16d	2-甲氧基-1,4-萘醌	121
101	I-17a—d	苯并环庚酮	121
501	I-17a	4-苯甲酰基丁酸	121
501	I-17b	5-苯基戊酸	122
601	I-17c	5-苯基戊酰氯	123
601	I-17d	苯并环庚酮	123
301	有机分子的合成		124
3.1	碳-碳键的形成		124
3.1.1	烷基化反应:		
601	烯胺、亚胺、丙二酸和 β -酮酸的烷基化反应; Michael加成反应		124
701	K-1a—b	6-甲氧基-1-甲基-2-四氢萘酮	126
701	K-1a	2-四氢吡咯基-3,4-二氢-6-甲氧基萘	126
701	K-1b	6-甲氧基-1-甲基-2-四氢萘酮	126
801	K-2a—b	2-甲基环己酮	127
801	K-2a	N-亚环己基环己胺	127
901	K-2b	2-甲基环己酮	127
011	K-3a—b	2-苄基环戊酮	128
011	K-3a	2-苄基-2-乙氧羰基环戊酮	128
111	K-3b	2-苄基环戊酮	129
111	K-4	乙基丙基丙二酸二乙酯	129
511	K-5	2-乙基丙二酸二甲酯	130
511	K-6	2-氧代-5-苯基戊酸甲酯	130
511	K-7	2-甲基-2-(3-氧代丁基)-1,3-环戊二酮	131
611	K-8	(5R)-甲基-2(1-甲基-1-苯乙基)环己酮	132
611	K-9a—c	2-(二乙氧羰基亚甲基)四氢吡咯	132
611	K-9a	2-硫代吡咯烷酮	132
711	K-9b	2-(二乙氧羰基甲基巯基)-1-吡咯啉氢溴酸盐	133
711	K-9c	2-(二乙氧羰基亚甲基)四氢吡咯	133
3.1.2	羟醛型反应和Mannich反应		134
811	K-10a—b	4-甲基-3-戊烯-2-酮(异亚丙基丙酮)	135
811	K-10a	4-羟基-4-甲基-2-戊酮	135
711	K-10b	4-甲基-3-戊烯-2-酮(异亚丙基丙酮)	135
811	K-11	3-壬烯-2-酮	136
811	K-12	亚苄基乙酰苯	136

721	K-13	1,2,4,5-四苯基-1,5-戊二酮	137
821	K-14a—b	2-(2-甲基)丙基-2-环戊烯酮	138
921	K-14a	2-(2-甲基)亚丙基环戊酮	138
921	K-14b	2-(2-甲基)丙基-2-环戊烯酮	138
921	K-15	2,4-二甲氧基- ω -硝基苯乙烯	139
981	K-16	2-(<i>N,N</i> -二甲氨基甲基)环己酮盐酸盐	140
3.1.3	羰基烯化反应		140
101	K-17a—b	对羧基苯乙烯	141
501	K-17a	溴化-(4-羧基苄基)三苯基磷	141
501	K-17b	对羧基苯乙烯	142
501	K-18 ₁	(<i>E,E</i>)-1,4-二苯基-1,3-丁二烯 I	142
501	K-18 ₂	(<i>E,E</i>)-1,4-二苯基-1,3-丁二烯 II	143
3.1.4	亲电和亲核酰化反应		143
101	K-19	二苯甲酰甲烷	144
201	K-20	苯基丙二酸二乙酯	145
201	K-21	苯甲酰乙酸乙酯	145
201	K-22	1,3-双(4-甲氧苯基)-2-丙酮	146
201	K-23	2-(2-二甲氨基乙烯基)-3-硝基苯甲酸甲酯	147
201	K-24a—b	苯基丙二醛	148
201	K-24a	1,1,3,3-四甲氧基-2-苯基丙烷	148
	K-24b	苯基丙二醛	148
201	K-25a—b	苯偶酰(二苯乙二酮)	149
201	K-25a	苯偶姻(二苯乙醇酮)	149
201	K-25b	苯偶酰(二苯乙二酮)	150
201	K-26	1-苯基-1,4-戊二酮	150
201	K-27a—c	3-氧代环己基苯基三甲硅基氧代乙腈	151
201	K-27a / b / d	3-苯甲酰基-1-环己酮	151
151	K-27a	氰化三甲基硅烷	151
151	K-27b	苯基三甲硅基氧代乙腈	151
151	K-27c	3-氧代环己基苯基三甲硅基氧代乙腈	152
151	K-27d	3-苯甲酰基-1-环己酮	152
151	K-28	3-(2-甲-1,3-二噁烷-2-基)环己酮	153
151	K-29a—b	(3-甲氧基-1-环己烯-1-基)甲基酮	154
151	K-29a	1-(2-甲基-1,3-二噁烷-2-基)-2-环己烯-1-醇	154
151	K-29b	(3-甲氧基-1-环己烯-1-基)甲基酮	155
3.1.5	有机金属反应		155
151	K-30	1-苯基环戊烯	156
251	K-31	1-甲基环己醇	157
251	K-32a—c	6-(四氢-2-吡喃基氧代)-3-己炔-1-醇	157

K-32a	3-丁炔-1-醇	157
K-32b	4-(四氢-2-吡喃基氧代)丁炔	158
K-32c	6-(四氢-2-吡喃基氧代)-3-己炔-1-醇	159
K-33a—d	橙花醇 (3,7-二甲基-2(Z)-6-辛二烯-1-醇)	159
K-33a	<i>N,N</i> -二乙基橙花基胺	159
K-33b	橙花基氯	160
K-33c	乙酸橙花基酯	160
K-33d	橙花醇	161
K-34a—b	蒿酮(3,3,6-三甲基-1,5-庚二烯-4-酮)	162
K-34a	1-三甲硅基-3-甲基-2-丁烯	162
K-34b	蒿酮	162
3.1.6	游离基反应和稳定的游离基	163
K-35	3,3-二甲基-4,6,6,6-四氯己酸乙酯	164
K-36	二苄基	164
K-37	2,3-二甲基-2,3-丁二醇	165
K-38a—c	2,2'-二环己基二酮	165
K-38a	环己酮缩二乙醇	165
K-38b	1-乙氧基-1-环己烯	166
K-38c	2,2'-二环己基二酮	166
K-39	1,4-二甲氧基-1,4-二苯基丁烷	167
K-40	1,6-双(2,6,6-三甲基-1-环己烯基)-3,4-二甲基-1,3,5-己三烯	167
K-41	2-(4-溴苯基)-1-氯-1-苯基乙烷	168
K-42	1,1'-联苯-2,2'-二甲酸(联苯甲酸)	169
K-43a—b	Galvinoxyl	170
K-43a	3,3',5,5'-四叔丁基-4,4'-二羟基二苯甲烷	170
K-43b	Galvinoxyl	170
K-44a—b	2,2-二苯基-1-苦基偕胺肼	171
K-44a	2,2-二苯基-1-苦基肼	171
K-44b	2,2-二苯基-1-苦基偕胺肼	171
K-45a—b	1,3,5-三苯基Verdazyl	172
K-45a	三苯基甲脒	172
K-45b	1,3,5-三苯基Verdazyl	172
3.1.7	σ 迁移反应和En-反应	173
K-46a—b	邻丁子香酚	174
K-46a	邻甲氧苯基烯丙基醚	174
K-46b	邻丁子香酚	174
K-47a—b	(<i>E</i>)-4-己烯醛缩二甲醇	175
K-47a	(<i>E</i>)-4-己烯醛	175