

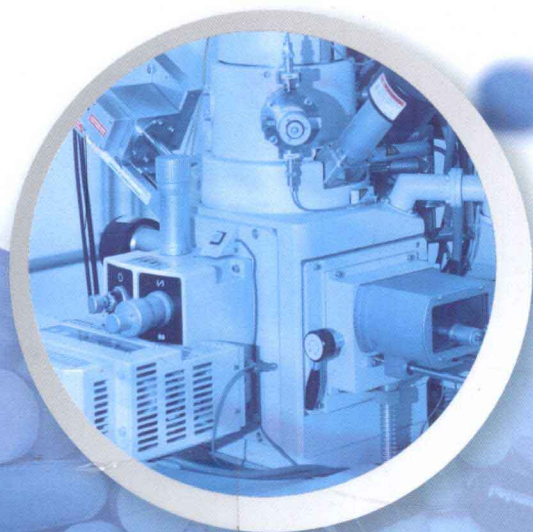


普通高等教育“十二五”规划教材
江苏省高等学校立项精品教材

药物合成反应 实验

刘玮炜 ◎ 主编

曹志凌 唐丽娟 ◎ 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
江苏省高等学校立项精品教材

药物合成反应实验

刘玮炜 主 编

曹志凌 副主编
唐丽娟



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

药物合成反应实验/刘玮炜主编. —北京: 化学工业出版社, 2012.8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-14588-8

I. 药… II. 刘… III. 药物化学-有机合成-化学实验-高等学校-教材 IV. TQ460.3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 131633 号

责任编辑: 赵玉清 杨宇

文字编辑: 李瑾

责任校对: 宋玮

装帧设计: 关飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 122 千字

2012 年 9 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: 18.00 元

版权所有 违者必究

《药物合成反应实验》编写人员

主 编 刘玮炜

副 主 编 曹志凌 唐丽娟

编写人员 刘玮炜 曹志凌 唐丽娟 陶传州

吴庆利 周杰兴 史大华

前 言

鉴于普通地方高校制药工程专业的特点，需要相应药物合成反应实验教学的教材，因尚未见正式出版的药物合成反应实验教材，我们将本校使用的讲义进行修改完善，在此基础上编写了该实验教材。药物合成是一门实践性很强的学科，药物合成反应实验对培养学生实践创新能力起着至关重要的作用。药物合成反应 2004 年被列入我校立项建设精品课程，药物合成反应实验教材也被选为江苏省高等学校立项建设精品教材，该教材的编写出版将使我校药物合成反应课程教学迈上新台阶。

本书精心选择了具有代表性的 27 个药物综合合成实验以及 20 个常用的有机药物合成反应实验。在 47 个实验中，兼顾了药物合成涉及的 7 种主要单元反应以及近年来发展的药物合成新反应、新技术、新方法，供各院校选择使用。

本教材根据国内非重点高校现有的实验条件、学生层次等来确定教材的难度和深度。因此所编选实验力求容易操作，且有利于增强学生的学习兴趣。本教材内容由浅入深、实用性强，特别适合本二院校化学制药专业教学使用，也可作为高职高专制药技术类专业的教材。

本书的内容参阅了部分已出版的教科书和专业期刊，由于编者的经验与水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正，以便不断修改与完善。

编者
2012 年 4 月

目 录

第一章 药物合成反应实验基本常识	1
第一节 事故预防与安全	1
(一) 火灾与爆炸	1
(二) 化学毒害与污染	2
(三) 事故处置与预防	2
第二节 实验预习与思考	4
(一) 预习	4
(二) 药物合成反应文献资料	5
第三节 记录与报告	9
第二章 药物合成反应基本实验技术	13
第一节 合成反应装置	13
(一) 回流与搅拌	13
(二) 无水无氧操作	13
(三) 加热与制冷	15
第二节 分离纯化方法	18
(一) 蒸馏	19
(二) 色谱方法	22
(三) 重结晶与过滤	27
(四) 干燥	30
第三章 一般药物反应实验	32
实验一 1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮的合成	32
实验二 4-氨基-1,2,4-三唑-5-酮的合成	33
实验三 L-苏氨酸甲酯盐酸盐的合成	35
实验四 N-苄基乙酰苯胺的合成	36

实验五	<i>N</i> -苄氧羰酰基 L-羟脯氨酸的合成	37
实验六	γ -苯基- γ -氧代- α -丁烯酸的合成	38
实验七	丙二酸亚异丙酯的合成	39
实验八	乳酸正丁酯的合成	41
实验九	2-(4-氯苯甲酰)苯甲酸的合成	43
实验十	DL-扁桃酸的合成及拆分	44
实验十一	L-抗坏血酸棕榈酸酯的合成	47
实验十二	氯代环己烷的合成	48
实验十三	DL- α -苯乙胺的制备及外消旋体的拆分	50
实验十四	葡甲胺合成	52
实验十五	青霉素 G 钾盐的氧化	55
实验十六	(<i>R</i>)-四氢噻唑-2-硫酮-4-羧酸的合成	56
实验十七	2-甲基-4-甲氧甲基-5-氰基-6-羟基吡啶的合成	58
实验十八	对硝基苯乙腈的合成	59
实验十九	对硝基苯乙酸的合成	61
实验二十	烯丙基丙二酸的合成	62
第四章 药物合成综合实验		65
实验一	乳酸米力农的合成	65
实验二	利巴韦林的合成	67
实验三	尼群地平的合成	69
实验四	巴比妥酸的合成	70
实验五	曲尼司特的合成	72
实验六	盐酸普鲁卡因的合成	73
实验七	盐酸苯海索的合成	76
实验八	苯佐卡因的合成	78
实验九	硫代巴比妥酸的合成	80
实验十	维生素 K ₃ 的合成	82
实验十一	葡萄糖酸钙的合成	83
实验十二	葡萄糖酸锌的合成	85
实验十三	阿司匹林的合成	86
实验十四	奥沙普秦的合成	88

实验十五	贝诺酯的合成	89
实验十六	苯妥英钠的合成	91
实验十七	盐酸萘替芬的合成	94
实验十八	丙戊酸钠的合成	96
实验十九	布洛芬的合成	98
实验二十	醋酸氟那苯的合成	100
实验二十一	己酮可可碱的合成	101
实验二十二	来曲唑的合成	104
实验二十三	联苯乙酸的合成	105
实验二十四	扑热息痛的合成	107
实验二十五	曲匹地尔的合成	109
实验二十六	盐酸氟法辛的合成	110
实验二十七	依匹唑的合成	112
参考文献		115

第一章 药物合成反应实验基本常识

第一节 事故预防与安全

由于药物合成反应实验室所用的药品试剂多数是有毒、可燃、腐蚀性或爆炸性的，所用的仪器大部分又是易碎的玻璃制品，所以，在实验室工作，若违反操作规则或粗心大意，就容易发生事故。如割伤、烧伤，乃至火灾、中毒和爆炸等。然而，只要我们重视安全问题，思想上提高警惕，实验时严格遵守操作规程，加强安全措施，大多数事故是可以避免的。

(一) 火灾与爆炸

1. 易燃液体试剂

闪点在 45℃ 以下的液态物质属于易燃液体。药物合成反应实验使用的溶剂试剂多属易燃液体，例如甲苯、乙醇、丙酮、甲醛、乙醚、乙腈、氯仿等。这些试剂极易着火，燃烧猛烈且燃烧时间长。易燃液体挥发出来的蒸气与空气混合，浓度达到一定程度时，遇明火往往发生爆炸，破坏性很大。

2. 易燃固体试剂

凡燃点较低，遇火、受热、摩擦、撞击或与氧化剂接触能着火的固体物质统称为易燃固体。红磷（赤磷）、五硫化磷、二硝基化合物（二硝基甲苯）等均属于一级易燃固体。易燃固体燃点低，易燃烧或爆炸，燃烧速度快，并能放出有毒气体。

3. 压缩气体

为了便于储运和使用，经加压后充装在钢瓶里的气体叫做压缩气体。实验室常见的有氧气、氮气、氢气、氦气等。钢瓶内的压力一般都比较髙，如氧气、氢气压力一般都有 15MPa，在接触明火或高温时，瓶内压力会急剧上升，超过允许压力时钢瓶就会爆炸。

4. 氧化剂

药物合成反应实验中一些氧化剂具有较强的氧化性，分解温度通常较低，遇酸、碱、潮湿、高温、摩擦、冲击或与可燃物、还原剂等接触而发生

分解并引起燃烧或爆炸。例如氯酸盐类、硝酸盐类和高锰酸盐类等属于无机氧化剂，而过氧化二苯甲苯酰、过氧乙酸等有机过氧化物在一定条件下会激烈地燃烧或爆燃，甚至有可能爆炸。

5. 遇水燃烧物质

锂、钠、钾等金属及其氢化物、磷化物和硼烷等遇水或潮湿空气能分解产生可燃气体，同时放出大量热量使可燃气体达到自燃点，从而引起燃烧爆炸。对于遇水燃烧的物质，注意防水、防潮、严禁火种接近，在扑救这类火灾时，可使用干粉、干砂等，严禁用水。

(二) 化学毒害与污染

实验室一些有毒化学药品与人体组织接触会导致器官损伤，甚至死亡。实验室常见有毒气体有臭氧、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、氯气、碘蒸气、氨等。吸入后会立即引起咳嗽、胸闷、鼻塞、流泪等黏膜刺激症状，严重时发生中毒死亡。氢氰酸、氰化钠（钾）、汞及汞化物、铬盐及重铬酸盐粉末、四氯化碳、苯、甲苯、苯酚、苯胺、硝基苯等经皮肤吸收可引起中毒。实验室中兼有致癌作用的有毒药品有芳香胺、联苯胺、苯并芘、硫酸二甲酯、亚硝基化合物等。这些常见有毒药品对人体的毒害作用主要通过空气传播、接触皮肤或误入口内等途径。实验中应采取必要措施，如改善通风环境、配带护目镜和乳胶手套等，以避免化学毒害。

(三) 事故处置与预防

1. 火灾的预防

① 严禁在开口容器或密闭体系中用明火加热有机溶剂，保持实验场所通风良好，严禁在实验室吸烟。

② 废溶剂应倒入回收瓶内再集中处理，互不兼容的化学废弃物要分开收集。废钠、钾及钠钾合金等严禁与水接触，可以分批加到异丙醇或乙醇中进行销毁。

③ 油浴使用过程中，要有人看管，随时观察控温装置是否有效。实验室及禁烟区内禁止吸烟，做实验期间严禁脱岗，过夜实验须经申请得到同意后按要求进行。

④ 应始终密闭试剂瓶盖，除非需要倾倒液体。易燃、易爆及有毒液体溢出，应立即清理干净。

2. 消防灭火

与其他化学实验室一样，药物合成反应实验室一般不用水灭火！因为水

能和一些药品（如：钠）发生剧烈反应，用水灭火时会引起更大的火灾甚至爆炸。实验室必备的几种灭火器材有沙箱、灭火毯、二氧化碳灭火器和泡沫灭火器。有机溶剂在桌面或地面上蔓延燃烧时，不得用水冲，可撒上细沙或用灭火毯扑灭。若衣服着火，切勿慌张奔跑，以免风助火势。化纤织物最好立即脱除。一般小火可用湿抹布、灭火毯等包裹使火熄灭。若火势较大，可就近用水龙头浇灭。必要时可就地卧倒打滚，一方面防止火焰烧向头部，另外在地上压住着火处，使其熄火。

3. 防爆措施

① 严禁在密闭体系中进行蒸馏、回流等加热操作。严禁在加压或减压实验时使用不耐压的玻璃仪器，在做高压或减压实验时，应使用防护屏或戴防护面罩。

② 气体钢瓶在使用前要检查减压阀是否失灵。不得让气体钢瓶在地上滚动，不得撞击钢瓶表头，更不得随意调换表头。搬运钢瓶时应使用钢瓶车。

③ 谨防反应过于激烈而失去控制。防止易燃、易爆气体，如氢气、乙炔等气体烃类、煤气和有机蒸气等大量逸入空气，引起爆燃。

④ 在使用和制备易燃、易爆气体时（如氢气、乙炔等），必须在通风橱内进行，且不得在其附近点火。

⑤ 实验场所最重要的是眼睛的防护！在实验室里应该一直配戴护目镜（平光玻璃或有机玻璃眼镜），防止眼睛受刺激性气体熏染，防止任何化学药品特别是强酸、强碱、玻璃屑等异物进入眼内。

4. 毒害防治

① 严禁在酸性介质中使用氰化物。

② 禁止用手直接取用任何化学药品，使用毒品时除用药匙、量器外必须配戴防护手套，实验完毕后应马上清洗仪器用具，并立即用洗手液洗手。

③ 尽量避免吸入任何药品和溶剂蒸气。处理具有刺激性的、恶臭的和有毒的化学药品时，必须在通风橱中进行。通风橱开启后，不要把头伸入橱内，并保持实验室通风良好。

④ 禁止用口吸吸管移取浓酸、浓碱、有毒液体，应该用洗耳球吸取。禁止冒险品尝药品试剂，不得用鼻子直接嗅气体，而是用手向鼻孔扇入少量气体。

⑤ 眼睛灼伤或掉进异物应及时处理，眼内一旦溅入任何化学药品，立

即用大量水彻底冲洗，实验室内应备有专用洗眼水龙头。忌用稀酸中和溅入眼内的碱性物质，反之亦然。对因溅入碱金属、溴、磷、浓酸、浓碱或其他刺激性物质的眼睛灼伤者，急救后必须迅速送往医院检查治疗。

⑥ 皮肤灼伤的处理

a. 酸灼伤。先用大量水冲洗，以免深度受伤，再用稀 NaHCO_3 溶液或稀氨水浸洗，最后用水洗。

b. 碱灼伤。先用大量水冲洗，再用 1% 硼酸或 2% HAc 溶液浸洗，最后用水洗。

c. 溴灼伤后的伤口一般不易愈合，必须严加防范。凡用溴时都必须预先配制好适量的 20% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液备用。一旦有溴沾到皮肤上，立即用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液冲洗，再用大量水冲洗干净，并立即就医。

⑦ 中毒急救，实验中若感觉咽喉灼痛，出现嘴唇脱色或发绀、胃部痉挛或恶心呕吐、心悸头晕等症状，则可能系中毒所致。视中毒原因施以下述急救后，立即送医院治疗，不得延误。固体或液体毒物中毒，有毒物质尚在嘴里的立即吐掉，用大量水漱口；已经吞下，应根据毒物性质给以解毒剂。误食碱者，先饮大量水再喝些牛奶。误食酸者，先饮大量水，然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋白。不要用催吐药，也不要服用碳酸盐或碳酸氢盐。

⑧ 割、烫伤的处理，在切割玻璃管或向木塞、橡皮塞中插入温度计、玻璃管等物品时最容易发生割伤。管壁用几滴水或甘油润湿后，用布包住用力部位轻轻旋入，切不可用猛力强行连接。一旦被烫伤，立即将伤处用大量冷水冲淋或浸泡，以迅速降温避免深度烧伤。对轻微烫伤，可在伤处涂些鱼肝油或烫伤油膏、万花油后包扎。

5. 用电安全

实验开始以前，应先由教师检查线路，经同意后，方可插上仪器设备电源。不能用潮湿的手接触电器，所有电源的裸露部分都应有绝缘装置。如遇人触电，应切断电源后再行处理。实验结束要及时关闭设备电源。

第二节 实验预习与思考

(一) 预习

充分的预习是做好药物合成反应实验的前提和保证。首先必须阅读本

书第一部分的有关内容，了解实验室安全规则。其次要仔细阅读实验内容、领会实验原理、了解有关实验步骤和注意事项。此外还需要查阅有关化合物的物理常数，了解所用试剂的性质和仪器的使用方法，制订好实验计划并按要求在实验记录本上写出预习报告，预习报告包括以下几方面。

① 了解和熟悉要合成的药物或中间体化合物的结构特点、用途、化学名称、熔沸点和溶解性等理化性质。

② 通过预习熟悉实验目的、原理，实验拟采用的合成路线、试剂和所涉及的合成单元反应，熟悉产品纯化方法与检测方法。根据文献资料对所选路线进行比较和评价，进一步加深对反应机理及影响因素的认识，并从机理上分析可能的副反应。

③ 根据实验步骤和反应流程确定所需的实验装置，熟悉实验所用的玻璃仪器和设备，画出装置图。

④ 以简要形式写出主要实验步骤，教材中的文字叙述可用符号、箭头等简化形式表示。

(二) 药物合成反应文献资料

在药物合成反应实践环节，借鉴前人的理论与经验总结非常重要。专业论著、工具书以及丰富的网络资源给我们提供了大量成功与失败的案例，从中可以获得启发与参考依据。

1. 百科全书、手册

(1) 《化工辞典》 王箴主编，化学工业出版社出版，自 1969 年第一版出版以来，颇受欢迎。经过修订后的《化工辞典》第 4 版共收词 16000 余条。这是一本综合性的化工工具书，收集了有关化学、化工名词 1 万余条，列出了该物质的分子式、结构式，基本的物理化学性质及相对密度、熔点、沸点、溶解度等数据，并有简要的制法和用途说明。

(2) 《默克索引：化学品、药物和生物制品百科全书》(The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals) 第 14 版由美国 Merck 公司 2008 年出版。该索引于 1889 年出第一版，迄今已有 110 多年的历史，是药学中相当重要的参考工具书。该书收载化学制品、药物、生物制剂万余种，8000 多个化学结构式。

(3) 《有机化合物词典》(Dictionary of Organic Compounds) 这是一套有机化学常用的工具书之一，首次出版于 1934 年，第 5 版开始由美国

Chapman & Hall 出版发行。至 1996 年已出 6 版 9 卷，另外还有两卷增补。共收录 6.1 万多个基本有机化合物、有应用价值的化合物、实验室常用试剂和溶剂、重要天然产物和生化物质等。该书已有中文译本，书名为《汉译海氏有机化合物辞典》。

(4)《有机合成事典》 樊能廷编，北京理工大学出版社 1992 年第 1 版。本书收入常用的有机化合物 1700 余种，按反应类型编录，对每种有机化合物的品名、化学文摘登录号、英文名、别名、分子式、相对分子量、物理性质、合成反应、操作步骤及参考文献均有介绍，并附有分子式索引。

(5)《Beilstein 有机化学手册》(Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie) 这是一本十分完备的有机化学工具书，1880 年由 Friedrich Konrad Beilstein 编辑第 1 版，1951 年德国化学会 Beilstein 研究所编辑出版第 5 次修订版。该丛书是全世界有机化学方面资料最完备、最权威的大型参考工具书。手册内容非常丰富，不仅介绍了化合物的来源、性质、用途及合成分析方法，而且还附有原始文献，极具参考价值，在医药化工领域得到了广泛应用。随着信息技术的不断进步，Beilstein 也在不断的发展变化。爱思唯尔 (Elsevier) 公司出品了 Reaxys 数据库，是 Beilstein/Gmelin 的升级产品。Reaxys 将贝尔斯坦 (Beilstein)、专利化学数据库 (Patent) 和盖墨林 (Gmelin) 的内容整合为统一的资源，包含了 2800 多万个反应、1800 多万种物质、400 多万条文献。在 Reaxys 中提交一个化合物或者反应的检索，您就可以马上得到所有相关的实验数据。

Reaxys 数据库网址：<https://cn-www.reaxys.com/info/>；<https://www.reaxys.com>。

2. 有机合成丛书、实验手册

(1)《Organic Synthesis》 本书最初由 R. Adams 和 H. Gilman 主编，于 1921 年开始出版，每年一卷，2010 年出版了第 88 卷。本书主要介绍各种有机化合物的制备方法，也介绍了一些有用的无机试剂制备方法。书中所选实验步骤叙述得非常详细，并有附注介绍作者的经验及注意点。书中每个实验步骤都经过其他人的核对，因此内容成熟可靠，是很有价值的有机化合物制备参考书。另外，本书每 10 卷有一合订本 (Collective Volume)，卷末附有分子式、反应类型、化合物类型、主题等索引。

现该丛书已经有网络版可供免费使用，网址：<http://www.orgsyn.org/>。

(2) 《Organic Reactions》由 Adams R. 主编。自 1951 年开始出版，2008 年已出版 71 卷。本书主要介绍有机化学中有理论价值和实际意义的反应，每个反应都分别由在这方面有一定经验的人来撰写。书中对有机反应的机理、应用范围、反应条件等都做了详尽的讨论，并用图表指出在这个反应的研究工作中不同研究人员做过哪些工作。卷末有以前各卷的作者索引和章节及题目索引。

(3) 《Reagents for Organic Synthesis》由 Fieser 主编，Wiley 出版。这是一本有机合成试剂的全书，书中收集面很广。第 1 卷于 1967 年出版，至 2004 年已出版到第 22 卷。本书对入选的每个试剂都介绍了化学结构、相对分子质量、物理常数、制备和纯化方法和合成方面的应用等，并提出了主要的原始资料以备进一步查考。每卷卷末附有反应类型、化合物类型、合成目标物、作者和试剂等索引。

(4) 《Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry》这是一本较完备的实验教科书。内容主要分三个方面，即实验操作技术、基本原理及实验步骤、有机分析。很多常用的有机化合物的制备方法大都可以在这里找到，而且实验步骤比较成熟。该书第 5 版于 1989 年由英国 Longman 公司出版。

(5) 《有机制备化学手册》韩广甸等编写，由石油化学工业出版社出版（1977 年第 1 版）。本套书是常用的有机合成参考书，共分上、中、下 3 卷，包括实验操作技术、溶剂的精制、辅助试剂的制备、典型有机反应的基本理论以及制备方法等，其中列有 451 种有机化合物的详尽制备步骤。

3. 检索工具

(1) SciFinder SciFinder 是美国化学会化学文摘服务社所出版的《化学文摘》(Chemical Abstract) 的在线版数据库学术版，是全世界最大、最全面的化学和科学信息数据库，可以通过结构式、CA 号、研究主题、作者、研究机构等进行在线检索。SciFinder 新增的功能模块 SciPlanner 可让科学家快速锁定合成选项。用户可按最有用的方式组织检索结果，整合多个文件中的物质、反应和实验步骤等。SciFinder 需购买数据库使用权并安装客户端软件使用。

SciFinder 官方网址：<http://www.cas.org/products/scifindr/index.html>。

(2) Web of Science Web of Science 是美国 Thomson Scientific (汤姆

森科技信息集团) 基于 Web 开发的产品, 是大型综合性、多学科、核心期刊引文索引数据库。其中的科学引文索引数据库 (SCI: Science Citation Index), 历来被公认为世界范围最权威的科学技术文献的索引工具, 能够提供科学技术领域最重要的研究成果。SCI 引文检索的体系更是独一无二, 不仅可以从文献引证的角度评估文章的学术价值, 还可以迅速方便地组建研究课题的参考文献网络。

4. 专业期刊

(1) J. Am. Chem. Soc. (Journal of the American Chemical Society) J. Am. Chem. Soc. (美国化学会志), 创刊于 1879 年, 在业界有极高的声誉, 文章内容包括对一些重要问题的应用性方法论、新的合成方法、新奇的理论发展和有关重要结构和反应的新进展, 美国出版。

(2) Tetrahedron (四面体) Tetrahedron 发表的是具有突出重要性和及时性的实验及理论研究结果, 主要包括有机化学及其相关应用领域特别是生物有机化学, 英国出版。

(3) Tetrahedron Letters (四面体快报) Tetrahedron Letters 期刊属于周刊, 发表实验和理论有机化学在技术、结构、方法研究方面的最新进展, 英国出版。

(4) J. Org. Chem. (The Journal of Organic Chemistry) J. Org. Chem. (有机化学) 是一份向全世界的化学工作者展示有机化学领域的最新研究成果的期刊, 除了正规的论文, 还有小的专题综述及国际会议文集, 美国出版。

(5) Synthesis Synthesis (合成) 是一份报道有机合成研究结果的国际性刊物。主要发表有关有机合成的综述和论文, 包括金属有机、杂原子有机、光化学、药物和生物有机、天然产物、有机高分子和材料, 德国出版。

(6) Synlett Synlett (合成快报) 报道有机合成研究结果和趋势, 短篇幅的个人综述和快速的工作简报, 德国出版。

(7) Organic Letters Organic Letters (有机快报) 发表最新有关有机化学的重大研究的简报, 包括生物有机和药物化学、物理和理论有机化学、天然产物分离及合成、新的合成方法、金属有机和材料化学, 美国出版。

(8) Chemical Reviews Chemical Reviews (化学评论) 的宗旨在于发

表广泛的、专业的、重要的和可读性强的研究工作，这些工作涉及有机、无机、物理、分析理论及生物化学等各个化学领域，美国出版。

(9) Heterocycles Heterocycles (杂环) 为有机化学、药物化学和分析化学等领域的杂环化合物研究提供了一个良好的平台，该期刊发表综述、通讯及一般的科研论文，日本出版。

(10) Journal of Medicinal Chemistry Journal of Medicinal Chemistry (药物化学杂志) 主要刊登药物化学 (包括药物合成与活性研究) 的最新研究成果，美国出版。

5. 其他网络资源

查询物质结构性质的网站：<http://chemexper.com/>。

免费化合物波谱图谱网站：http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi?lang=eng。

不同压力条件下的沸点转换工具：<http://www.ch.cam.ac.uk/magnus/boil.html>。

化合物英文缩写查询网站：<http://www.chemie.fu-berlin.de/cgi-bin/abbscomp>。

可以免费查询化合物的物化性质，合成资料部分收费：<http://chemfinder.cambridgesoft.com>。

CAS 和性质等查询：<http://sis.nlm.nih.gov/Chem/ChemMain.html>。

剑桥结构数据库 (CSD)：<http://www.ccdc.cam.ac.uk/>。

Google 学术搜索：<http://scholar.google.com/schhp?hl=zh-CN>。

丁香园论坛：<http://www.dxy.cn/bbs/>。

小木虫论坛：<http://emuch.net/bbs/>。

中华人民共和国知识产权局：<http://www.sipo.gov.cn/sipo/default.htm>。

美国 FDA：<http://www.fda.gov/cder/approval/index.htm>。

第三节 记录与报告

实验记录应记录实验的全部过程，要将观察到的实验现象及测得的各种数据及时真实地记录下来。在实验过程中，实验者应认真操作，仔细观察，积极思考，养成一边实验一边直接在记录本上做记录的习惯，不应事后凭记忆补写。由于是边实验边记录，可能时间仓促，故记录应简明准确，也可用