



科爱传播
KE AI COMMUNICATIONS

中文版

Introduction to Green Chemistry
(Second Edition)

绿色化学导论

(原著第2版)

〔美〕阿尔贝特·马特莱克 编著
郭长彬 王勇 左霞 等 译

 CRC Press
Taylor & Francis Group
原版引进



科学出版社



图字: 01-2012-0793 号

This is a translated version of

Introduction to Green Chemistry (Second Edition)

by Albert S. Matlack

ISBN: 978-1-4200-7811-4

Copyright © 2010 by CRC Press

All rights reserved. Authorized Licensed Edition from English language edition published by CRC Press, Part of Taylor and Francis Group LLC.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

Licensed for sale in the Mainland of China only, booksellers found selling this title outside the Mainland of China will be liable to prosecution

本授权版本图书仅可在中国大陆范围内销售, 中国大陆范围以外销售者将受到法律起诉

Copies of this book sold without a Taylor and Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal

本书封面贴有 Taylor and Francis 公司防伪标签, 无标签者不得销售

图书在版编目(CIP)数据

绿色化学导论: 第2版/ (美) 马特莱克 (Matlack, A.) 著; 郭长彬等译, —北京: 科学出版社, 2012

书名原文: Introduction to Green Chemistry (Second Edition)

ISBN 978-7-03-083538-8

I. ①绿… II. ①马…②郭… III. ①化学工业-无污染技术 IV. ①X78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 025755 号

责任编辑: 田慎鹏 霍志国 张 琰/责任校对: 刘小梅 林青梅

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 耕者设计工作室

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>

骏立印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2012 年 4 月第一次印刷 印张: 41 1/2

字数: 981 000

定价: 198.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

译者序

近代以来,传统化学化工科技和产业的发展极大地推动了世界经济发展和 社会进步,创造了丰富多彩的产品和巨大的物质财富,但是由于在工业、农业和生活等社会活动中使用有毒有害的化学品造成很多灾难性事故,对大气、土壤和水体等环境造成不同程度的污染。大工业革命以来,人类加速了对自然资源的掠夺性开发利用,出现环境恶化、生态失衡、气候变暖、臭氧空洞、能源危机、物种灭绝加速等严重问题,由化学化工行业带来的污染问题是重要原因之一。

1990 年美国通过《污染防治法案》,之后不久学术界就提出“绿色化学”的概念,该术语出现初期曾使用过不同名称,如“环境友好化学”、“清洁化学”、“原子经济化学”、“良性设计化学”和“可持续化学”等,这些名称从不同侧面反映了绿色化学的内容和特色,最后统一为“绿色化学”。P. T. Anastas 和 J. C. Warner 提出绿色化学的定义是“在化学产品及其生产工艺的发明、设计 and 应用过程中减少和消除有毒有害物质的使用和产生”,同时提出了“绿色化学十二原则”。绿色化学是将传统的“先污染,后治理”的模式改变为应用良性设计避免污染,从源头上治理污染,利用创新的化学化工科技同时实现经济和环境目标。

我国《国民经济和社会发展规划纲要》以科学发展观为指导,坚持可持续发展道路,将“绿色发展,建设资源节约型、环境友好型社会”作为重要目标,并提出积极应对全球气候变化、加强资源节约和管理、大力发展循环经济、加大环境保护力度、促进生态保护和修复等措施,这些都是绿色化学大有可为的领域。

本书作者 Albert S. Matlack 有多年在工业界从事合成化学和高分子材料研究的经验,后在特拉华大学给研究生讲授《绿色化学》课程多年,在此基础上于 2001 年出版了本书的第 1 版,2010 年出版了第 2 版。该书内容十分丰富,既覆盖传统绿色化学主题,例如催化、无害溶剂、可替代原料等,也讨论了不经常覆盖到的主题,如耐用品化学、人口与环境、环境经济学等。第 2 版涵盖了第 1 版的全部主题并增加了十年间发展的新内容和新文献,新增了含氟双相催化、金属有机骨架、过程强化等内容。书中第 1 章对绿色化学的概念和任务、化学品的毒性及其危害、减少废弃物排放等进行了概述。第 2~4 章讨论有毒物质的替代方法。第 5~8 章介绍改善分离、减少废物的方法。第 9~11 章介绍生物和化学结合的方法在制备化学品、光学异构体拆分和农业化学中的应用。第 12~15 章介绍了可持续发展的各个方面,包括材料、耐用品、循环利用、能源与环境等。第 16~18 章讨论人口与环境、环境经济学,以及如何将“绿色化”观念贯彻到全社会,以达到真正影响人们生产生活方式,实现经济、环境和人类社会协调可持续发展的目标。本书提供了近 6000 篇参考文献,每章都给出了推荐读物和练习题。

本书可用作高等院校化学、化工、环境、材料、农业、医药等相关专业高年级本科生或研究生的教材或教学参考书。同时,对于化学、化工、环境等领域的科研人员,从

事可持续发展相关工作的政府、企事业单位的工作人员，以及关心环境、生态和人类可持续未来的人士是一本不可多得的参考书。我们把这本书译成中文，希望对我国绿色化学的教学和科研，对推动环境保护和建立全社会生产生活的“绿色化”意识和行为方式，实现经济和社会的可持续发展方面发挥积极作用。

本书由首都师范大学化学系郭长彬（第 8，10 和 11 章）、王勇（第 1，2 和 16 章）、左霞（第 14 和 15 章）、王健春（第 6 和 7 章）、王陆瑶（第 9 和 17 章）、孟祥福（第 12 和 13 章）、王果（第 3 和 18 章）、郑婷婷（第 4 和 5 章）等 8 位老师负责翻译，郭长彬、王勇、左霞老师负责校对。全书最后由郭长彬统稿、审定。张冲、何日才、苏晓文、卜媛、崔鲁芳、李腾飞、梁瑜、赵欣、李振中、何阳、侯振耕、李璐等研究生参加了其中部分工作。对各位老师和研究生的辛勤付出和通力合作表示衷心的感谢！科学出版社的霍志国、张珑编辑及其他工作人员为本书的顺利出版、发行做了大量艰苦细致的工作，在此谨向他们表示由衷的谢意！

本书涉及专业领域较多，篇幅较长，加之译者和校者水平、能力有限，疏漏与错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

郭长彬

2012 年 2 月 10 日于北京

第 2 版序言

绿色化学的 3 个概念被证实是受大众欢迎的，而且被广泛引用。Anastas 和 Warner^[1]又引申出绿色化学的 12 条原则：

- (1) 阻止废水的形成较处理形成的废水更好；
- (2) 通过设计最优合成方法，最大化地将用到的所有原料转移到产品中；
- (3) 在合成方法中尽量使用或产出对人类低毒性和低环境影响性的物质；
- (4) 化学品设计应以保持效能同时减少毒性为目标；
- (5) 如果可能，应避免使用助剂（溶剂、提取剂等），或者使用无害助剂；
- (6) 尽量减少能源需求，合成应在环境温度或压力下进行；
- (7) 所用原材料应尽量是可再生的；
- (8) 应尽可能避免不必需的衍生化过程（如保护或脱保护）；
- (9) 选择性催化过程较计量过程更好；
- (10) 化学品应当设计为处理时可降解成无害产物的，并且不是环境持久性的；
- (11) 应使用过程检测来避免造成有害物质形成的偏移；
- (12) 化学过程中应选择使用低毒的和低危险性的物料。

Winterton^[2]又提出了 12 条绿色原则：

- (1) 鉴定并量化副产物；
- (2) 报告转化率、选择性和产率；
- (3) 对工艺过程建立完全的物料平衡；
- (4) 测量空气和废水中催化剂和溶剂损失量；
- (5) 研究基本的热化学；
- (6) 预期热量和质量转移的极限；
- (7) 咨询化学家或工艺工程师；
- (8) 考虑整个工艺对化学品选择的影响；
- (9) 协助开发和实施可持续性措施；
- (10) 量化并尽量减少功效的使用；
- (11) 识别安全和废弃物最小化不兼容的地方；
- (12) 监测、报告并尽量减少实验室废弃物的排放。

Anastas 和 Zimmerman^[3]提出了绿色工程的 12 条原则：

- (1) 设计者需要力争去保证所有的物料和能源的输入与输出在本质上尽可能是无毒害的；

- (2) 阻止废弃物的产生较废弃物形成后处理或清除更好;
- (3) 分离和纯化操作应该尽量减少能源消耗和物料的使用;
- (4) 产品、工艺和系统应设计成物质、能源、空间和时间的效率最大化;
- (5) 在能量和物料的使用过程中, 产品、工艺和系统应是“输出拉动”而不是“输入推动”;
- (6) 在设计选择回收、再利用及有益处置时, 嵌入的熵和复杂性必须看做投入;
- (7) 预期耐久性, 而非永恒性, 应当是一个设计目标;
- (8) 不必要功能的设计或潜在能力冗余解决方案(如一种型号适应所有情况)应当看做设计缺陷;
- (9) 在多组分产品中材料多样性应当最小化, 以促进解体和价值保留;
- (10) 产品、工艺和系统的设计必须整合贯通可用的能源和材料;
- (11) 产品、工艺和系统应当为商业化“再生”的性能设计;
- (12) 材料和能源输入应该可再生而非消耗性的。

在诺丁汉大学的一个研究小组将这些规则归纳为有成果的改善^[4]。

Barry Trost 引入原子经济学的概念, 即所有的试剂都进入到产物中, 没有副产物生成^[5]。

Roger Sheldon 引入 *E*-因子的概念, 即废弃物的量与产物的量之比^[6]。数值越高, 废弃物越多, 对环境的影响越大。

自从原著第 1 版出版以来已经大约 10 年了, 它与当前的统计数据相比将告诉我们在清洁过程方面是否取得了进步。在原著第 1 版中仅仅是提到的许多话题现在已经成为主要的研究领域。这些包括氟两相催化、金属有机骨架、过程强化、旋光异构体的动态动力学拆分及酶的定向进化。政府基金已经推动了燃料电池和生物燃料的发展, 或许要以更好的技术为条件。

原著第 2 版仍计划结合文本和参考文献, 引导读者了解绿色化学的前沿。教师需要选择在课堂上有时间学习的章节 (Mike Lancaster 已经为需要较简短教材的读者写了一本^[7]。也有一本教材关于绿色工程^[8])。作者每周大约分配了两篇论文作为课外阅读。

如果这两篇论文能包含问题的两面, 学生就可以形成他们自己的观点, 这是最好的。在原著第 1 版中推荐阅读的材料仍然很好, 但是本版增补了较新的论文。每章结尾的练习题目是将书中一般性的原理带给生活在不同地方的学生。一些学生积极地去领悟, 但是许多报告都只是肤浅的。设计一个分级体系来改进这种方法是一个挑战。最后一点要指出的是尽管互联网极其有用, 但是它不是从整体上了解一类化合物的最好的第一场所。化工百科全书用于此目的会更好。对于作者来说, 介绍工艺如何绿色是流行的做法。读者应该批评地去阅读, 因为它仅仅部分或非全部是正确的^[9,10]。

Albert S. Matlack

参考文献

1. P.T. Anastas and J.C. Warner, *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press, New York, 1998.
2. N. Winterton, Twelve more green chemistry principles, *Green Chem.*, 2001, 3, G73.
3. P.T. Anastas and J.B. Zimmerman, Peer reviewed: Design through the 12 principles of green engineering, *Environ. Sci. Technol.*, 2003, 37, 94A.
4. S.Y. Tang, R.A. Bourne, R.L. Smith, and M. Poliakoff, The 24 principles of green engineering and green chemistry: Improvements, productively, *Green Chem.*, 2008, 10, 268.
5. B.M. Trost, The atom economy—A search for synthetic efficiency, *Science*, 1991, 254, 1471; On inventing reactions for atom efficiency, *Acc. Chem. Res.*, 2002, 35, 695.
6. R.A. Sheldon, The E factor, 15 years on, *Green Chem.*, 2007, 9, 1273.
7. M. Lancaster, *Green Chemistry—An Introductory Text*, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2002.
8. D.T. Allen and D.R. Shonnard, *Green Engineering—Environmentally Conscious Design of Chemical Processes*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2002.
9. G. Ondrey, Go green, but be realistic, *Chem. Eng.*, 2008, 115(4), 5.
10. P. Nieuwenhuizen, T. Vanroelen, D. Lyon, H. Bos-Brouwers, and E. Croufer, Can it be easy to be “green”? *Chem. Ind. (London)*, Apr. 7, 2008, 19.

第 1 版序言

本书写给化学、化工工作者和所有想通过化学看到一个更美好的世界及从当前不可持续过程^[1]到未来可持续过程转变的人们^[2]（可持续发展的未来是指未来人类拥有和当今我们一样多的选择）。本书的写作目的是为绿色化学和污染防治领域做介绍，是作者在 1995—1998 年每年在特拉华大学给高年级研究生开设的一个学期（3 学分）的课程^[3]基础上撰写的。

在环境化学里，教材和课程往往涉及人类活动造成的空气、水和土壤的污染：如何分析它们及向烟囱或排气管中加入什么以除掉这些污染物。它们也关注如何将那些污染物从土壤中除去。因为这些内容在 Andrews 等^[4]、Baird^[5]、Crosby^[6]、Gupta^[7]、Macalady^[8]、Manahan^[9]及 Spiro 和 Stiglianli^[10]编写的教材中做了充分介绍，本书在此不再重复。

绿色化学^[11]通过应用良性设计工艺避免污染（一直被工程师和绿色化学家研究的工业生态学^[12]是实现可持续未来道路的两个方面）。理想地说，这些生产工艺使用无毒化学品^[13]，没有废弃物产生，同时节省能源，帮助我们的社会向可持续经济转变。它起源于 3M 公司的污染防治投资计划。1990 年，美国通过《污染防治法案》形成正式条文。从那时起，美国环境保护局和国家科学基金会对该领域的研究提供了少量资助。其中一些研究结果在这些机构组织的研讨会中进行了总结^[14]。

本书试图打断传统的学科界限，获得整体观点。素材来自无机化学、生物化学、有机化学、化学工程、材料科学、高分子化学、环境保护等学科。虽然本书首先从化学角度出发，但也必须使其适合更大的社会问题。例如，低辐射窗口和光伏电池化学问题的讨论，同时指出在建筑物设计中利用太阳能加热和冷却可以节约巨大的能源。工作和生活的地方要尽量靠近，可以通过走路或骑自行车或使用公共交通来代替私家车，这样做较使用隔热性更好的窗户能节省更多的能源（科学家经常受到的两点批评是他们受到的训练太狭窄及他们不考虑工作的社会影响性）。

本书的第 1 章从对绿色化学的需求开始，包括化学品的毒性和减少废弃物的需求。接下来的 3 章涉及正在研究的替代有毒物质的方法。第 5~8 章涵盖了各种改善分离、减少废物的方法。第 9 章继续这一主题，并且拓展到生物学和化学的结合。第 10 章讨论许多通过酶或完整细胞完成的光学拆分。第 11 章的农业化学延续生物学主题。第 12~15 章包含了可持续性的各个方面。例如，从石油、天然气和煤炭之外的资源获得能源和原材料；如何通过使物品更持久促进可持续性；循环使用在降低对自然资源需求中的作用。最后 3 章试图回答绿色化学每次会议都提出的问题：为什么社会执行如何是绿色的新知识需要如此长的时间。

这些章节中的主题不局限于特定的领域。例如，环糊精不但在负载试剂中讨论，也在通过包合物进行分离或水化学中讨论。表面活性剂被放置在水中进行的化学反应部

分。同时,在用有机溶剂作为清洗替代物和可再生材料中也被提到,并且试图交叉参考同样的主题。但是,如果读者对寻找主题有任何疑问,可以查阅索引。

作为绿色化学基础的工业化学可能对学术界许多人是陌生的,但是许多很好的参考文献是可用的^[15]。工业化学更多侧重于经常使用的催化和有机金属机理。改进催化剂往往是提高产率、减少能源需要和减少废弃物的关键^[16]。同样有许多好的信息来源是可利用的^[17]。另外,有两本关于水、空气和土壤的化学和生物学的书籍^[18]。

在《绿色化学导论》的每章里都列出了推荐读物,主要有综述文章、书籍或百科全书的部分章节,可以针对某一主题深入学习。对当前期刊论文的介绍往往包含关于某领域研究现状和趋势的有价值的参考文献。不过,把传统的盐粒放到行业杂志的新闻标题上,则无异于伪装广告。

本书中的例子来自世界各地。在每章结尾的学生练习中,读者往往要求获得当地的数据。在美国,读者只需浏览当地的报纸就可以得到毒性物质排放的清单,也可以从美国环境保护局网站 (<http://www.epa.gov/opptintr/tri>)、州环境厅^[19]及其他国家类似的网站(如德国环境保护局 <http://www.unweltbundesamt.de>)获得这些数据。非政府组织也提供一些数据[如环境保护组织化学评分卡(Chemical Scorecard), www.scorecard.org 和国家环境研究委员会 www.cnier.org]。网络上可用的数据增长迅速^[20]。在 <http://es.epa.gov/oeca/sfi.index.html> 的网页上可以找到超过 600 家美国公司的环境守法记录。在 <http://www.epa.gov/ncepihoni.catalog.html> 的网页上可以找到美国环境保护局的文件目录。化学品的毒性性质数据可以在 toxnet.nlm.nih.gov 和 <http://www.chemquik.com> 上查到。

有一些练习题考察学生的态度,其他的可以让学生在实验室或社区完成。一些开放性的问题当前的社会尚未给出一个好的答案,但是学生可以在课外去讨论。

那些用本书作为教材的读者会发现实地考察很有用。这可能包括参观太阳能房屋、可持续农业的农场、制革厂、太阳能电池制造工厂等。本课程在特拉华大学没有实验室,但是实验室对学生熟悉课程中碰不到的绿色化学技术是非常有益的。这些可能包括沸石的合成、表征与评价;在挤出机中进行某一化学反应;使用催化活性的膜反应器;对反应施加超声或微波;通过植物细胞培养制造化学品;进行生物催化;通过有机电合成制备化合物;在超临界二氧化碳中进行反应;在热管中进行异相催化。理想地,学生应首先做一个已知的反应,然后根据自己的选择再做未知的实验(需要具备适度安全防护措施)。这样的实验室需要几个大学之间合作。

有一种荒诞的说法认为绿色化学成本更高。如果在烟囱或排水管中加入一些东西,这可能是对的。然而,如果检查并重新审视整个过程,绿色化可以节省投入。例如,如果某一过程使用可挥发到空气中的溶剂,将造成空气污染。如果将溶剂捕获或回收到过程中,那么不必购买新溶剂节省下来的资金较回收设备的成本要多。如果该过程转化为以水为基础的体系,那么还会节省更多。

希望许多学校在课程大纲中都增设绿色化学课程。本书的章节可以用在其他的课程或公司内部培训中。本书大量的参考文献可以引导对可持续未来感兴趣的读者浏览相关的文献。

Albert S. Matlack

参考文献

1. J. Lubchenko, *Science*, 1998, 279: 491.
2. (a) R. Goodland and H. Daly, *Ecol. Appl.*, 1996, 6: 1002. (b) A. Merkel, *Science*, 1998, 281: 336.
3. A.S. Matlack, *Green Chem.*, 1999, 1(1): G17.
4. J.E. Andrews, P. Brimblecombe, T.D. Jickells, P.S. Liss, eds. *Introduction to Environmental Chemistry*. Blackwell Science, Cambridge, MA 1995.
5. C.L. Baird, *Environmental Chemistry*, W.H. Freeman, New York, 1995.
6. D.G. Crosby, *Environmental Toxicology and Chemistry*, Oxford University Press, New York, 1998.
7. R.S. Gupta, *Environmental Engineering and Science: An Introduction*, Government Institutes, Rockville, MD, 1997.
8. D.L. Macalady, *Perspectives in Environmental Chemistry*, Oxford University Press, Oxford, England, 1997.
9. S.E. Manahan, *Environmental Chemistry*, 6th ed., Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 1994; *Fundamentals of Environmental Chemistry*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 1993.
10. T.C. Spiro, W.M. Stigliani, *Chemistry of the Environment*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.
11. J. Clark, *Chem. Br.*, 1998, 34(10): 43.
12. (a) B. Hileman, *Chem. Eng. News*, July 20, 1998, 41; (b) J. Darmstadter, *Chem. Eng. News*, August 10, 1998, 6; (c) N.E. Gallopoulos, *Chem. Eng. News*, August 10, 1988, 7; (d) T.E. Graedel, and B.R. Allenby, *Industrial Ecology*, 1995; *Design for Environment*, 1996; *Industrial Ecology and the Automobile*, 1996, all from Prentice Hall, Paramus, NJ. (e) B.R. Allenby, *Industrial Ecology: Policy Framework and Implementation*, Prentice Hall, Paramus, NJ, 1998.
13. A.W. Gessner, *Chem. Bag. Prog.*, 1998, 94(12), 59.
14. (a) Anon., *Preprints ACS Div. Environ. Chem.*, 1994, 34(2), pp. 175–431. (b) P.T. Anastas, C.A. Farris, eds. *Benign by Design: Alternative Synthetic Design for Pollution Prevention*, ACS Symp. 577, Washington, D.C., 1994; (c) P.T. Anastas, T.C. Williamson, eds. *Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment*, ACS Symp. 626, Washington, D.C., 1996; (d) S.C. DeVito, R.L. Garrett, eds. *Designing Safer Chemicals: Green Chemistry for Pollution Prevention*, ACS Symp. 640, Washington, D.C., 1996; *Chemtech*, 1996, 26(11): 34. (e) J.J. Breen, M.J. Dellarco, eds. *Pollution Prevention in Industrial Processes: The Role of Process Analytical Chemistry*, ACS Symp. 508, Washington, D.C., 1994. (f) P.T. Anastas, T.C. Williamson, eds., *Green Chemistry: Frontiers in Benign Chemical Syntheses and Processes*, Oxford University Press, Oxford, England, 1998.
15. (a) W. Buchner, R. Schliebs, C. Winter, K.H. Buchel, *Industrial inorganic Chemistry*, VCH, Weinheim, 1989; (b) K. Weissner, H.-J. Arpe, *Industrial Organic Chemistry*, 3rd ed., VCH, Weinheim, 1997. (c) P. J. Chenier, *Survey of Industrial Chemistry*, 2nd ed., VCH, Weinheim, 1992; (d) H. Wittcoff, B. Reuben, *Industrial Organic Chemicals*, 2nd ed., John Wiley, New York, 1996; (e) J.I. Kroschwitz, ed., *Kirk-Othmer Encyclo. Chem. Technol.* 4th ed., John Wiley, 1991; (f) J.I. Kroschwitz, ed., *Encyclo. Polymer Sci. Eng.*, 2nd ed., John Wiley, New York, 1985–1989; (g) W. Gerhart, ed., *Ullmann's Encyclo. Ind. Chem.*, 5th ed., VCH, Weinheim, 1985.
16. J. Haber, *Pure. App. Chem.*, 1994, 66: 1597
17. (a) J.N. Armor, *Environmental Catalysis*, A.C.S. Symp. 552, Washington, D.C., 1993; (b) O.W. Parshall, S.D. Ittel, *Homogeneous Catalysis*, 2nd ed., John Wiley, New York, 1992; (c) B.C. Gates, *Kirk-Othmer Encyclo. Chem. Technol.*, 4th ed., 1993, 5, 320; (d) W.R. Moser, D.W. Slocum, eds., *Homogeneous Transition Metal-Catalyzed Reactions*, Adv Chem 230, American Chemical Society, Washington, D.C., 1992; (e) J. P. Collman, L. S. Hege, *Principles and Applications of Organotransition Chemistry*, University Science Books, Mill Valley, CA, 1980; (f) C. Elschenbroich, A. Salzer, *Organometallics—A Concise Introduction*, VCH, Weinheim, 1992; (g) G. Braca, *Oxygenates by Homologation or CO Hydrogenation with Metal Complexes*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 1994; (h) F.P. Pruchnik, *Organometallic Chemistry of the Transition Elements*, Plenum, NY, 1993.
18. (a) J. Tolgyessy, ed., *Chemistry and Biology of Water, Air, Soil—Environmental Aspects*, Elsevier, Amsterdam, 1993; (b) B. Evangelou, *Environmental Soil and Water Chemistry*, Wiley, NY, 1998.
19. A. Kumar, K. Desai, K. Kumar, *Environ. Prog.*, 1998, 17(2), S11. (gives a directory of World Wide Web sites)
20. (a) S.M. Bachrach, ed., *The Internet: A Guide for Chemists*, American Chemical Society, Washington, D.C., 1996; (b) T. Murphy, C. Briggs-Erickson, *Environmental Guide to the Internet*, Government Institutes, Rockville, MD, 1998; (c) K. O'Donnell, L. Winger, *The Internet for Scientists*, Harwood, Amsterdam, 1997; (d) L.E.J. Lee, P. Chin, D.D. Mosser, *Biotechnol. Adv.*, 1998, 16: 949; (e) B.J. Thomas, *The World Wide Web for Scientists and Engineers*, SAE International, Warrendale, PA, 1998; (f) S. Lawrence, C.L. Giles, *Science*, 1998, 280: 98; (g) R.E. Maizell, *How To Find Chemical Information: A Guide for Practicing Chemists, Educators and Students*, Wiley, NY, 1998.

目 录

译者序

第2版序言

第1版序言

第1章 导论	1
1.1 背景	1
1.2 环境中化学品的毒性	3
1.3 化学品事故	9
1.4 废物的产生及其最小化	18
1.5 小结	23
1.6 重点摘要	25
参考文献	25
推荐读物	31
本章习题	31
第2章 无光气、氰化氢和甲醛的反应	32
2.1 引言	32
2.2 异氰酸酯的制备	33
2.3 聚碳酸酯	46
2.4 概要和小结	48
2.5 替代HCN	51
2.6 消除甲醛	53
参考文献	53
推荐读物	56
本章习题	56
第3章 对氯的争论	57
3.1 问题	57
3.2 含氯化合物的毒性	59
3.3 雌激素类似物	61
3.4 纸张漂白	64
3.5 水的消毒	65
3.6 氯氟烃和臭氧损耗	67

3.7 含氯溶剂	71
3.8 氯不进入最终产物的合成	72
3.9 概要和结论	74
参考文献	76
推荐读物	81
本章习题	82
第4章 重金属离子的毒性	83
4.1 问题	83
4.2 末端处理技术	88
4.3 生物杀灭剂	91
4.4 用于非氧化反应的催化剂	94
4.5 染料和颜料	94
4.6 与电有关的应用	96
4.7 皮革	96
4.8 金属表面精整	97
4.9 氧化反应	98
4.10 其他方法: 以有毒的石棉为原料	115
参考文献	115
推荐读物	122
本章习题	122
第5章 易于后处理的固体催化剂和试剂	123
5.1 引言	123
5.2 无机载体的使用	125
5.3 离子交换树脂	135
5.4 组合化学	141
5.5 负载试剂的其他用途	144
5.6 环糊精	151
参考文献	154
推荐读物	161
本章习题	161
第6章 固体酸和碱	162
6.1 引言	162
6.2 聚合磺酸	164
6.3 聚合物负载的路易斯酸	166
6.4 硫酸化的氧化锆	166

6.5 负载的金属氧化物	167
6.6 稀土金属三氟甲磺酸盐	168
6.7 固体碱	171
6.8 沸石和相关材料	173
6.9 金属有机骨架材料	184
6.10 黏土	187
6.11 杂多酸化合物	191
参考文献	197
推荐读物	206
本章习题	206
第7章 化学分离	207
7.1 概述	207
7.2 包合物	212
7.3 离子分离	217
7.4 膜分离	221
参考文献	230
推荐读物	238
本章习题	238
第8章 不使用有机溶剂	239
8.1 溶剂的利与弊	239
8.2 不使用溶剂	241
8.3 过程强化	247
8.4 二氧化碳作溶剂	253
8.5 水作为反应介质	259
8.6 离子液体	265
8.7 表面活性剂和清洗	268
8.8 涂料	271
参考文献	278
推荐读物	289
本章习题	289
第9章 生物催化和生物多样性	290
9.1 生物催化	290
9.2 生物多样性	323
参考文献	331
推荐读物	347

本章习题	347
第 10 章 立体化学	348
10.1 光学异构体的重要性	348
10.2 手性源	350
10.3 外消旋混合物的拆分	353
10.4 不对称合成	361
参考文献	376
推荐读物	380
本章习题	380
第 11 章 农用化学品	381
11.1 农用化学品的属性和应用	381
11.2 农用化学品的问题	384
11.3 替代农业	390
11.4 草坪	413
11.5 基因工程	414
11.6 病虫害综合治理	415
参考文献	418
推荐读物	428
本章习题	428
第 12 章 可持续经济材料	429
12.1 引言	429
12.2 由可再生资源制备商品化学品	429
12.3 天然聚合物的用途	442
12.4 来自可再生原材料的聚合物	448
12.5 小结和建议	454
参考文献	455
推荐读物	462
本章习题	462
第 13 章 耐用品化学	463
13.1 东西为什么磨损	463
13.2 聚合物稳定剂	465
13.3 润滑、磨损及相关问题	472
13.4 腐蚀的防止	476
13.5 修复	479
13.6 其他方面	480

13.7 展望	481
参考文献	481
推荐读物	486
本章习题	486
第 14 章 循环化学	487
14.1 垃圾	487
14.2 循环利用	489
14.3 节约资源的方法及措施	511
14.4 展望	521
参考文献	521
推荐读物	530
本章习题	530
第 15 章 能源与环境	531
15.1 能源相关问题	531
15.2 建筑物的取暖、制冷和照明	541
15.3 用于电力和运输的可再生能源	548
15.4 化学反应中不常使用的能源	560
参考文献	564
推荐读物	576
本章习题	577
第 16 章 人口与环境	578
16.1 存在的问题	578
16.2 化学与人类繁衍	581
16.3 化学与计划生育	583
16.4 小结	590
参考文献	591
推荐读物	594
本章习题	594
第 17 章 环境经济学	595
17.1 绪论	595
17.2 大自然的馈赠	595
17.3 环境会计学	597
17.4 企业	603
17.5 个人环境经济学	606
17.6 政府行为对环境经济的影响	608

参考文献	614
推荐读物	618
本章习题	619
第 18 章 绿色化	620
18.1 引言	620
18.2 个人	620
18.3 非官方组织	623
18.4 政府	625
18.5 企业	627
参考文献	640
推荐读物	645
本章习题	645

第 1 章 导 论

本章讨论什么是有毒物，什么是废物，为什么会发生事故，以及如何减少它们的产生^[1]。

1.1 背 景

在 20 世纪五六十年代化学发展的辉煌时期，化学家们把化学看成是诸多社会问题的解决方法。事实上，他们创造的许多东西我们仍在使用，并早已习以为常。仅仅是 Ziegler-Natta 催化立体专一性聚合反应的发现就导致了大量新型聚合物的产生。化学工业发展如此迅速，1998 年，美国化学工业部门的雇员数量大约为 1 027 000^[2]。而到 2007 年，这一数字降至 872 200。可能有些人还记得杜邦公司的一条标语：“美好生活源于化学”。在人造地球卫星时代，科学家就是英雄。与此同时，医生借助于化学物质和抗生素，使传染病得以被攻克。

不幸的是，在这些成功的故事中蕴育着一些化学家们所始料未及的不良后果。例如，当时人们没有意识到多氯代的杀虫剂，如 DDT [1,1-双(4-氯苯基)-2,2,2-三氯乙烷] (图 1.1)，也称二氯二苯基三氯乙烷 (由氯苯和三氯乙醛反应得到)，会由鸟类进行生物富集。这会引起鸟类蛋壳变薄和筑巢失败，从而导致游隼、秃鹰、鹗、鸚鵡等鸟类数量的急剧下降。Rachel Carson^[3] 是首先呼吁关注这个问题的人之一。现在这些杀虫剂在美国已经禁用，那些物种也正在恢复。但是这些杀虫剂在其他一些国家仍被制造和使用。它们可能通过大气远距离 (如从墨西哥) 输送到美国 (植物、建筑物表面使用的那些化合物可以蒸发并进入大气层，它们停留在大气层，遇见降雨或降温就可能返回到陆地的其他地方^[4])。DDT 仍然在墨西哥、中国、印度、俄国生产。现在人类正谋求制订一个全球性的条约以禁止这些持久性的污染物^[5]。

之前人们也没有意识到这些可长久存在的多氯化物，如多氯代联苯类 (PCBS) 能起到与雌激素类似的作用^[6,7]。一些由烷基苯酚和环氧乙烷制造的表面活性剂或许在较小的程度上有同样的作用。这些作用已经对动物的数量产生了影响，可能也会对人类产生影响。现在正计划从 86 000 种商业杀虫剂和化学试剂中筛查出具有此类性质的物质^[8]。

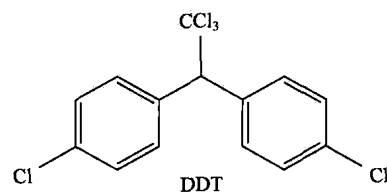


图 1.1

在 20 世纪 50 年代后期至 1962 年期间，沙立度胺 (图 1.2) 被用于治疗孕妇的恶心呕吐，结果却引起了 46 个国家 8000 名儿童致畸事件，此后该药物已退出市场^[9]。

但该化合物还有其他药用价值，只是不能给孕妇服用。在巴西它被用来治疗麻风病。不幸的是，一些医生并没有严肃地对待这一警告，导致了数十名畸形儿出生^[10]。美国食