

 绿色科技

# 废弃物处理

减少全球废弃物

〔美〕安妮·马克苏拉克 著  
杜承达 等 译



科爱传播  
KE'AI COMMUNICATIONS

Waste Treatment  
Reducing Global Waste



科学出版社

 绿色科技

# Waste Treatment

Reducing Global Waste

## 废弃物处理

减少全球废弃物

〔美〕安妮·马克苏拉克 著

杜承达 等译

科学出版社

北京

图字：01-2010-5727号

This is a translated version of

## **Waste Treatment: Reducing Global Waste**

Anne Maczulak.

Copyright © 2010 by Anne Maczulak, Ph.D.

ISBN: 978-0-8160-7204-0

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage or retrieval systems, without permission in writing from the publisher.

Illustrations by Bobbi McCutcheon

Photo research by Elizabeth H. Oakes

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P.R.CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售

### 图书在版编目 (CIP) 数据

废弃物处理：减少全球废弃物 / (美) 马克苏拉克(Maczulak, A.) 著；杜承达等译. —北京：科学出版社，2011（绿色科技）

ISBN 978-7-03-031624-0

I. ①废… II. ①马… ②杜… III. ①废物处理 IV. ①X7

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第115880号

责任编辑：田慎鹏 贾明月 雷 旻 许治军

责任校对：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>

丽源印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2011年7月第一版 开本：787×1092 1/16

2011年7月第一次印刷 印张：14 1/4

印数：1—4 000 字数：178 000

定价：48.00元

(如有印装质量问题，我社负责调换)



## 译者名单

**本册主译** 杜承达

**参译人员** (按姓名汉语拼音顺序排列)

杜承达	付玉	郭磊	姜晨	姜冬阳
李昱熙	李岳	骆春瑶	倪彦彬	田琳
万一楠	王秋勉	王萱	原宁	郑茹

**丛书协调** 郝晓健

感谢 PUMCTRANSWORKS 翻译小组  
对本丛书翻译工作的鼎力支持

# 序

第一个“世界地球日”诞生于1970年4月22日，这要归功于一批有识之士，是他们意识到我们的环境在日复一日地受到破坏，同时他们还意识到自然资源并非取之不尽用之不竭。环境灾难频发，有毒废弃物排放日益增多，森林、清洁水源和其他资源遭到大面积破坏，这一切都让“世界地球日”的创立者相信只有科学家和公众们携起手来才能拯救环境。由此可见，环境科学的诞生可以追溯到20世纪70年代初期。

起初，环境科学家很难让人们意识到大灾难即将降临。比起爆发性事件，对环境日积月累的小破坏更加难以察觉，而事实上我们的环境正经受着小破坏和大灾难的双重打击。公众和各国领导人已经无法再对臭气熏天的垃圾填埋场、污染所引起的疾病及寸草不生的土地视而不见。“世界地球日”诞生之后的十年间，环境方面的立法已初具规模。之后环境科学也不仅局限于概念，而成为了上百所大学开设的专业。

环境状况在不断改变，但几乎所有的科学家都相信环境并没有变好，而是在持续恶化。他们还认同这样一个观点：在过去100年中，破坏环境的罪魁祸首就是人类自身的活动。其中的一些变化已经不能逆转。因此，环境学家正竭力从三方面解决生态问题：清理

已经对地球造成的破坏；改变自然资源的利用方式；开发新技术以保护地球剩余的自然资源。这些目标都是绿色行动的一部分。用于实现这些目标的新兴科技统称为绿色科技。“绿色科技”这套多卷丛书旨在探索改善环境的新方法。这套丛书由以下分册组成：

- 清洁环境
- 废弃物处理
- 生物多样性
- 环境保护
- 污染
- 可持续发展
- 环境工程
- 可再生能源

每一册书都对书中所涵盖内容进行了简要的历史背景回顾和现有技术介绍，余下的部分则重点关注环境科学中的新技术。一些绿色科技还更多地停留在理论层面，付诸实践还需假以时日；另外一些绿色科技则已融入国民日常生活中，回收利用、可替代能源、节能建筑以及生物技术便是其中的代表。

这套系列丛书也没有忽视公众为保护环境所付出的努力。书中同时还阐释了大型国际组织如何引导不同国家、不同文化的人们建立使用自然资源的共同平台。因此可以说，“绿色科技”丛书是自然科学与社会科学的融合。作为一名生物学家，我为这门旨在拯救环境使其免受更多破坏的新兴学科所鼓舞。本套丛书的目的之一就是向有志于从事环境科学研究的学生们展示摆在他们面前的科学机遇。我同样为环境保护组织的无私奉献精神所感动，并认识到要阻止环境进一步恶化还需要克服许多困难。相信读者朋友们也会从书中了解到，我们在保护地球的过程中还会面临许多科技层面和社会层面的挑战。或许这套书能够给学生朋友们一些启示，使他们充分发挥聪明才智来治理我们的环境。



## 致 谢

我要衷心感谢为本书付梓提供过帮助的朋友们。特别感谢 Bobbi McCutcheon，是他把我杂乱无章的理论观点幻化成清楚直观的图表；感谢 Elizabeth Oakes 博士提供的照片，讲述了过去和目前的环保技术。还要感谢 Marilyn Makepeace，在我创作过程中，她在生活上给予了我很大支持与帮助，感谢 Jodie Rhodes，他帮我渡过了一个又一个难关。感谢 IntelliWaste 有限公司的 Bruce J. Murphy 对废弃物管理细节的指导，感谢太平洋西北国家实验室的 S.K. Sundaram 博士关于玻璃化的背景知识。我还要感谢执行编辑 Frank Darmstadt，他的鼓励和耐心贯穿了我整个创作过程，可以说没有他就没有我的这部作品。最后感谢 Facts On File 出版社给了我这次机会。

# 目 录

序 .....	i
致谢 .....	iii
引言 .....	1
<b>1 全球废弃物处理综评</b> .....	<b>7</b>
日益严重的废弃物问题 .....	8
有毒废弃物与无毒废弃物 .....	10
废物流 .....	15
生态系统健康 .....	17
废弃物管理 .....	20
废弃物运输 .....	22
废弃物填埋 .....	29
分离与处理技术 .....	36
废弃物回收业 .....	41
小结 .....	43
<b>2 电子产品与金属</b> .....	<b>47</b>
e 垃圾的成分 .....	50
电子污染 .....	54
e 垃圾中的重金属 .....	58



分解与再利用	59
e 垃圾减排的新技术	62
清洁电脑	66
小结	69
<b>3 焚化</b>	<b>71</b>
都市废弃物焚化的方法	75
焚化与能源生产	82
焚烧残余物与空气质量	86
清洁焚化	91
风险评估和全球需求	92
小结	94
<b>4 玻璃化</b>	<b>95</b>
玻璃化的历史	97
玻璃的属性	102
处理固定化的废弃物	107
玻璃化中的创新	111
小结	117
<b>5 固化处理与稳定化处理</b>	<b>119</b>
控制固体与液体废物流	120
沉积物循环	122
固化处理	126
生化稳定化处理	128
地下处理	134
废弃物稳定化处理中的新技术	141
小结	143
<b>6 减排与压缩</b>	<b>145</b>
无毒固体废弃物	147
体积缩减	148

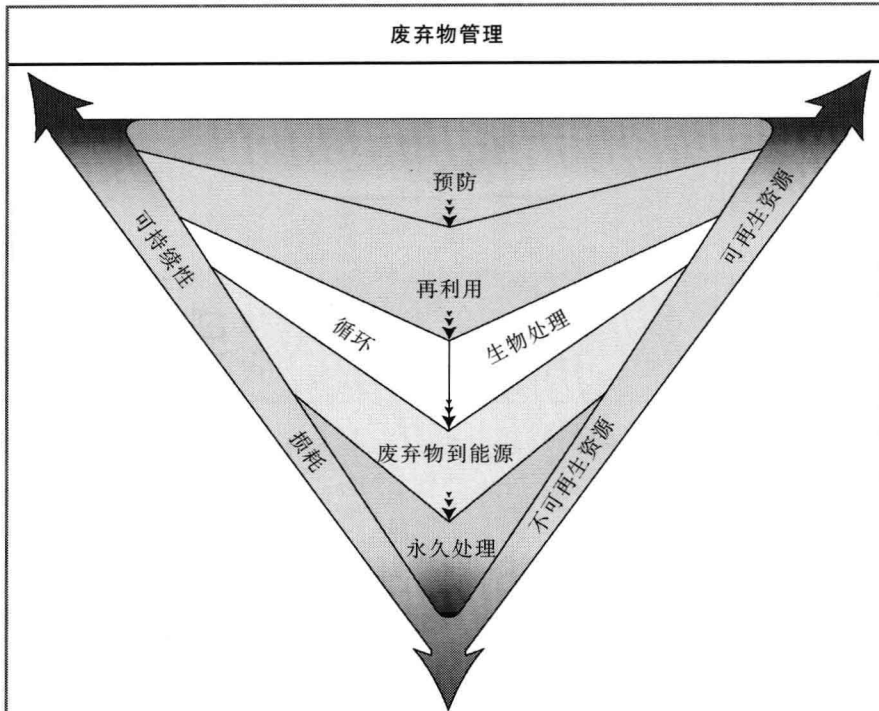
堆肥处理法 .....	151
压缩设备 .....	154
废纸压缩 .....	158
压缩废弃物产品 .....	160
小结 .....	163
<b>7 废水处理 .....</b>	<b>165</b>
公共卫生系统的历史 .....	166
废水的成分 .....	167
废水处理的方法 .....	171
物理与化学处理法 .....	176
生物处理法 .....	179
天然处理系统 .....	180
回收与再利用 .....	183
小结 .....	188
<b>8 未来所需 .....</b>	<b>191</b>
术语 .....	193
扩展阅读 .....	201

## 工具栏

案例分析：一次性社会的诞生·····	36
案例分析：丹麦——一个废弃物处理的典范国家·····	39
家用电池·····	53
白色家电·····	56
案例分析：社区对多余电脑的反应·····	62
案例分析：《清洁空气法案》的发展过程·····	79
医院废弃物·····	89
高放射性废弃物·····	100
案例分析：汉福德核废料区·····	104
浓缩铀和浓缩钚·····	112
蕾切尔·卡逊·····	124
案例分析：瑞士山度士化学泄漏事件·····	132
亚卡山处置场·····	138
有机肥料·····	157
氮和磷·····	170
化粪池系统·····	174
案例分析：加利福尼亚州的湿地废弃物处理·····	180
案例分析：圣迭戈的再生水·····	186

从微小的细菌细胞到巨大的北美红杉，所有的生物都有一个共同点：它们都需要吸入营养物，排出废弃物。营养物为所有动物、植物和单细胞有机体提供生命活动所需要的“燃料”；之后，所有这些吸收了营养的生物都需要排出产生的废弃物。某一有机体产生的生物废弃物通常来说都是另外某个有机体的营养物。举个简单的例子来作个形象的说明：植物光合作用排出的最终产品是氧气，而氧气随后就会被动物细胞用做必要的营养物。这种循环利用的形式作用非常大，因为如果这些“最终产品”一直在环境中堆积，最终它们会阻碍其他生命形式的存在和发展。

在模仿自然界生物简单的“营养进，垃圾出”的模式的基础上，人类设计出了各种各样的制造工具。人吸收养料，排出粪便；机器也吸入燃料，排出废弃物。就和在自然界的细胞上发生的一样，制造设备、车辆、家用电器等一些无生命的物品的同时，都在产生大量的废弃物，如果不加治理，这些废弃物会逐渐堆积起来并最终对人类活动造成不便。机器造成的最主要的废弃物就是使用原油、煤灰、热能之后排出的烟道废气 (emissions)。本书的主题就是处理废弃物的技术。所谓废弃物处理，就是指通过焚烧、降解或者化学转化等方式，把废



©Infobase Publishing

现代废弃物管理的目标是将不可回收的废弃物总量最小化，同时将可回收的废弃物最大化。可持续发展的最终目标是防止废弃物产生。

废弃物从自然环境中清除出去，从而确保地球上的活动能正常进行。废弃物处理是废弃物管理 (waste management) 中关键性的一个阶段。

作为“绿色科技”系列丛书的一部分，本册书将带领读者探寻废弃物处理业在对人类排泄物、生活垃圾和工业废弃物进行处理的过程中究竟发挥了怎样的作用。本册书将从对全球垃圾问题进行回顾起笔，对废弃物管理中处理的材料分类作了定义。在废弃物管理中最重要概念之一就是“废物流” (waste stream)。所谓废物流，就是指各种各样的废弃物从其源头通过自然环境流向最终的处理地。对废物流的控制是本书贯穿始终的主题。

本书还将向读者介绍有危害性 (hazardous) 和无危害性 (nonhazardous) 废弃物是如何区分定义的。这样的区分绝不是仅仅



为了满足人们的好奇心。当不同的废弃物按照其物理形态、化学成分、对环境损害的程度或者来源分成不同的类别以后，废弃物管理者就可以更好地作出决定，使用更合适的方法对它们进行处理。这样的分类也有助于环境科学家研究人类社会及其所排放的废弃物的发展趋势。在不足 100 年的时间里，人类排放的废弃物的种类就可能发生颇有戏剧性的变化。例如，本书的内容中就提到了如今的电子产品所产生的废弃物对人类社会来说是个大麻烦，但是在 20 世纪初期，这无疑不是什么问题；然而在 1910 年，成千上万辆马车所产生的大量马粪恐怕就是一个重大的环境垃圾问题了。

本书第 1 章对当今世界的废弃物问题作了概述，并就废弃物管理中一些比较特别的环节作了解释。其中关键的五个环节是：①进行废弃物分类的原因；②最优废弃物处理手段的选择；③垃圾填埋的作用；④对废弃物运输的要求；⑤废弃物堆积与生态系统 (ecosystem) 健康之间的关系。

第 2 章就当今世界面临的一大挑战进行了讨论，即由废弃电子产品所产生的电子垃圾 (e-waste) 问题，其形势正变得越来越紧迫。在过去的 20 年中，这些物品积累的速度相当之快，无论是在发达国家还是在发展中国家，成堆的废旧电子产品数量正在逼近环境承载的警戒线。本章还讨论了为何电子垃圾在发展中地区显得尤其有害。针对电子垃圾的处理方法则与其他废弃物大不相同。本章概述了对电子垃圾中某些成分进行回收利用的过程，也提及了这一类废弃物中所特有的有害物质的种类。

第 3 章与第 4 章全面呈现了废弃物处理中两种热学方法：焚化 (incineration) 与玻璃化 (vitrification) 的益处和弊端。一个世纪以来，焚化都是一种相当可靠的废弃物处理方法，第 3 章则主要提到了焚化后的废气中含有的一些常见问题以及人们对此的看法。本章还描述了一种焚化上的新技术，这种技术可以把焚化由不受欢迎的处理方式变成令人震惊的开创性技术成果。另外，本章还就《清



洁空气法案》的发展作了案例分析。

第 4 章的重点是玻璃化，这种具有首创性的热学处理技术能够进行有危害性的放射性及无放射性的废弃物的处理工作。本章对这种技术进行了介绍，并分析了该技术能成为美国处理核废料中最后的希望的原因。本章还强调说明了小城镇在引入新技术设备时所面临的障碍。最后，本章还介绍了形成放射性材料物质的基础条件。

第 5 章探讨了把废弃物固定在某特定地点的方法，这样一来它们就不会危害未受污染的地区了。固化 (solidification) 与稳定化 (stabilization) 是两种主要的相关技术，现在这类技术往往使用新的化学方法和一些简单的生物手段把土壤中的废弃物维持在安全的形态下。本章特别关注了位于亚卡山的有害废弃物存放地的现状。政府此举的相关问题会在本章中进行讨论，但是“亚卡山”在书中则随处可见，因为其对许多美国有害垃圾处理项目有着重要的意义。

第 6 章的内容回顾了两种非传统燃烧 (combustion) 方法的废弃物处理技术，即减量 (reduction) 法和压缩 (compaction) 法。其中，把压缩材料设计得符合可持续使用标准的方法受到了特别的关注。

污染物清理 / 处理技术		
清理	结合	处理
挖掘	生物修复	焚化
提取	固化	玻璃化
物理分离	稳定化	生物降解
蒸发分离	氧化-减量化	胶囊化
熔炼	中和	废水处理
吸附		废物回收 / 再利用
		填埋 / 掩埋
废弃物管理的发展方向是将清理技术与处理技术结合起来。其他单一的清理或处理技术则可以起到完善结合技术的作用。这将提高有毒废弃物处理的整体效率。		

本书最后一章的内容是废水处理（wastewater treatment）。本章就为什么说废水处理实际上是生物修复（bioremediation）的一种形式，以及为什么废水同其他几乎每种有毒废弃物都不相同这两个问题的原因给出了解释。本章的内容既包括了当前在废水处理中所采用的化学、物理和生物技术，也描述了用来清除水中的生物与非生物废弃物的新科技。同时，本章也对利用湿地进行地表水体清洁的方法作了深入介绍。

本书延续了“绿色科技”系列丛书的第一本——《清洁环境》中所讲述的主题。当前，所谓的有毒废弃物管理通常是在同一个地点进行的清理与处理工作的混合体；对有毒废弃物堆的管理也越来越多地由在同一过程中兼容了清理和处理的新技术来完成。事实上，在污染物清理工作中，很少有哪个项目不是混合地采用各种清理、处理方法的。可以说，《清洁环境》和《废弃物处理》这两本书所讲述的就是清理、处理技术和它们在有毒废弃物管理中的作用。

在本书的这些章节中，最有意思的内容恐怕就是人类社会与其所制造的废弃物之间的关系了。目前世界上废弃物的种类、数量、存储，俨然是一部讲述人类生活方式的故事书。它们为人类了解社会的技术水平提供了线索。随着时间的推移，科学家从废弃物的堆积与清除中也能够分析出人类在恢复地球原貌的过程中做得怎么样。

