



国际机械工程先进技术译丛

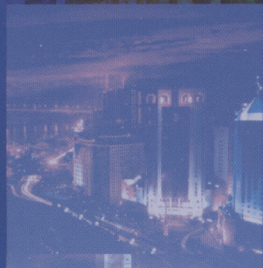
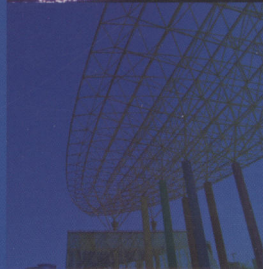
可持续工业设计 与废物管理

——“从摇篮到摇篮” 的可持续发展

Sustainable Industrial Design and Waste Management

Cradle-to-cradle for Sustainable Development

(埃及) Salah El-Haggar 著
段凤魁 贺克斌 马永亮 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国际机械工

-34

可持续工业设计 与废物管理

——“从摇篮到摇篮”

的可持续发展

(埃及) Salah El-Haggar 著

段凤魁 贺克斌 马永亮 译

TB41
H026



机械工业出版社

本书从可持续发展的角度,介绍了可持续的工业设计和废物处理。其主要内容包括世界上普遍采用的废物处理程序及其对可持续和资源保护的影响;清洁生产的概念、技术及其优势;可持续发展和工业生态学;可持续发展和环境改革;城市固体废物管理的可持续性发展问题;城市固体废物中废品的回收;农业和农村废物管理的可持续性状况;建筑和拆卸废物的可持续性管理;医疗废物管理的可持续性,以及工业废物管理的可持续性。

本书适合从事可持续发展研究和废物处理的专业人士使用,也可供高校和科研院所从事该领域的教师、学生参考。

Sustainable Industrial Design and Waste Management—Cradle-to-cradle for Sustainable

Development/by Salah El-Haggar
ISBN:978-0-12-373623-9

Copyright © 2007, Elsevier Inc.

Authorized translation from English language edition published by Elsevier Inc. All rights reserved.

China Machine Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

北京市版权局著作权合同登记号:01-2008-1518

图书在版编目(CIP)数据

可持续工业设计与废物管理:“从摇篮到摇篮”的可持续发展/(埃及)海格(Haggar, S.)著;段凤魁等译. —北京:机械工业出版社, 2010.1

(国际机械工程先进技术译丛)

ISBN 978-7-111-29256-2

I. 可… II. ①海…②段… III. ①工业设计②废物处理 IV. TB47 X7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 228372 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:孔 劲 责任编辑:孔 劲 版式设计:霍永明

封面设计:鞠 杨 责任校对:李秋荣 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 20.25 印张 · 392 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29256-2

定价:57.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

致 谢

衷心感谢 Elsevier 出版公司所有为该书的出版付出劳动的人。没有他们的帮助、贡献和辛勤努力，这本书不可能结成硕果。

真诚感谢开罗美国大学我所有的研究生和本科生，作为我的许多科研项目不可或缺的成员，他们为这本书的准备提供了大力帮助。尤其感谢 Ahmed Elshall, Amal Mousa, Delia Sakr, Dina Abdelalim, Eiman Hamdy, Hala Abu Hussein, Ishaq Adeleke, Islam El-Adaway, Lama El-Hatow, Marwa El-ansari, Moataz Farahat, Mohamed Abu Khattowa, Mohamed El Gowini, Mona Hamdy Passant Abou Yousef, Yasser Ibrahim, Yasser Kourany, Zainab Hermes, 以及其他本科生和研究生。

同时感谢埃及国家环境事务部、埃及环境事务局和 DFID-SEAM 项目为在埃及的各个企业部门推动清洁生产所做的工作。特别感谢 SEAM 项目经理和清洁生产组长 Phil Jago 先生，感谢他们在以示范项目的形式促进清洁生产所做的努力。相关案例分析将在第 2 章和第 10 章中加以详细讨论。

最后，毫无疑问，要感谢我的妻子 Sadika 和孩子们。我找不到恰当的词语来表达对他们的感激之情。他们不但给予我无尽的精神支持，更给我创造了安静舒适的工作环境，使我能够顺利地完成这项工作。

本书的独创性在于作者为当今多数传统企业推荐了从生产到加工的选择方案。这些选择方案不但环境友好，而且具有经济优势（或降低成本，或提高利润）。书中创造性的观点和创新性技术，如果得到实施，将会把“从摇篮到摇篮”的生产和制造方式引入所有企业部门。

在当前的环保政策法规下，企业面临的主要问题可能是成本和国捐。人们认为污染控制与处理，以及环境保护过程所付出的代价非常昂贵，因此视之为企业进一步发展的经济负担和羁绊。

事实上，恰当地进行废物处理和管理是摆在全世界面前的一个复杂问题。一方面，其有可能需付出高昂的成本；另一方面，不正确的废物处理方式会人们的生活和习惯造成不良影响，同时导致自然资源的枯竭。

由于此问题的普遍性，任何综合的解决办法均应既适用于发达国家，又适用于发展中国家。且对于任何可持续的解决办法，应能保证经济效益，其技术

作者介绍

El-Haggag 博士有着三十多年能源与环境咨询的经验及大学任教经验。曾在华盛顿州立大学和爱达荷大学做访问教授，现为开罗美国大学（AUC）机械工程系能源与环境教授。

El-Haggag 博士共获得至少 18 项学术荣誉、奖励，曾于 1995 年获 AUC 杰出教学奖，数次获杰出管理人奖。此外，在能源与环境领域发表了 118 篇科技论文，做过 34 场应邀报告和 50 次技术报告，并出版了 12 本著作。

El-Haggag 博士的环境咨询经验除了广泛涉及环境工程、环境审计、海岸线管理、环境影响评价、环境管理体系、能源管理、危险与非危险废物管理、循环使用、污染预防、废物最小化、零污染、沼气/太阳能/风能技术、社区/沙漠发展、固体和工业废物外，还为当地政府和私人企业进行过环境评价，以及为大型企业做过 40 多次环境/工业审计、20 多次法规遵循行动计划、9 次环境影响评价。El-Haggag 博士是机械工程、环境工程和地区开发领域 14 个国内外社会团体的成员或董事会成员。

El-Haggag 博士自 1987 年以来一直从事环境技术领域的研究。他至高无上的目标就是将废物转化成有用的产品。他提出了一套非常简单的理论——7R 法则。该法则将“从摇篮到摇篮”（cradle-to-cradle）概念应用于废物处理和管理。El-Haggag 博士开发了多种技术，用于回收难以回收的废物，如 Tetra-Pak 纸盒、城市固体废品等。他编著了《清洁生产技术》和《可持续发展的基本原理与方法》两个系列的丛书，还撰写了几本有关环境方面的论著的多个章节。

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 228372 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:孔 劲 责任编辑:孔 劲 版式设计:雷永明

封面设计:陶 杨 责任校对:李秋荣 责任印制:乔 宇

北京市印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 7 月第 1 版 (第 1 次印刷)

185mm × 239mm · 20.25 印张 · 392 千字

0-001-3 000 册

定价:35.00 元 ISBN 978-7-111-33925-2

前言

有人看到事情的本来面貌会问为什么；我梦想事情并非如眼所见，并问为什么不？

——Robert Kennedy 议员

自从 1992 年在里约热内卢召开联合国地球高峰会议以来，关于“可持续性”的论著大量出现且将越来越多。然而，对于如何衡量可持续性，我们似乎已经失去了方向。首先，需要考虑如何开发可持续性的项目和工业。其次，需要考虑如何制定指标以衡量这些项目和工业的可持续性或可持续性百分比。这两个问题将有助于我们为未来的可持续性发展起草计划。本书将就衡量指标和必需的工具进行讨论。于是，本书提出了可持续性的准则。

20 世纪环境和经济的问题在于科学和技术的发展提高了人类从自然开采资源并进行加工和使用的能力，却没有考虑如何将资源回归到其本源，或者使其进入新的开采、加工和使用的循环。从自然中开采的资源大多数在不可持续的企业中被使用并以废物的形式终结。资源有“生命周期 (lifetime)”，使用之后将被处理而结束其寿命（例如垃圾填埋区），这被视为“从摇篮到坟墓”。如果这种做法不消除，我们的自然资源最终就会彻底枯竭。避免这种死路的唯一途径就是发展新的生产和加工技术以使用一种“从摇篮到摇篮”的替代方案使用自然资源。

此书的独创性在于作者为当今多数传统企业推荐了“从摇篮到摇篮”的生产和加工的选择方案。这些选择方案不但环境友好，而且具有经济优势（或降低成本，或提高利润）。书中创造性的观点和创新性技术，如果得到实施，将会把“从摇篮到摇篮”的生产和制造方式引入所有企业部门。

在当前的环保政策法规下，企业面临的主要问题可能是成本和回报。人们认为污染控制与处理，以及环境保护过程所付出的代价非常昂贵，因此视之为企业进一步发展的经济负担和羁绊。

事实上，恰当地进行废物处理和管理是摆在全世界面前的一个复杂问题。一方面，其有可能需付出高昂的成本；另一方面，不正确的废物处理方式会给人们的生活和习惯造成不良影响，同时导致自然资源的枯竭。

由于此问题的普遍性，任何综合的解决办法均应既适用于发达国家，又适用于发展中国家。且对于任何可持续的解决办法，应能保证经济效益，其技术

方法易获得或具可行性,并符合特定国家的社会规范和环境规范。

该书的主要目标是通过尝试使所有废物的利用率达到 100%,从而保护自然资源。这里可供选择的生产和废物管理技术,应用了“从摇篮到摇篮”的概念及清洁生产和工业生态学的研究方法。书中列举了大量的案例研究以说明这些技术在纺织、食品、油业和皂业等多数工业部门的应用性,还包括石油、钢铁、水泥等重工业中的案例。由于消耗自然资源和制造垃圾,旅游业常被视为一种工业,在此书中也被当做案例进行分析。

在多数国家实施的传统废物处理制度涉及源削减、重复利用、循环使用、回收、处理、分解等,本书对其进行了修正,将处理(尤其是热处理和化学处理)和掩埋的处理方式排除在外。废物处理是将有害废物转化成危害相对较小的废物,但处理过程的浸出物本身也是废物,必须进行掩埋处理。任何废物处理都意味着自然资源的消耗,且处理的同时可能会给环境(如空气、水和土壤等)带来污染。相反,如前所述回收则是试图将废物转化成能源。回收过程代价昂贵,多数国家难以承受。因而,此书中的“回收”将意味着物质的回收。例如,利用重力使用重力石油分离器(gravity oil separator, GOS)或采用溶气浮选技术将废油从水中分离。本书提出了新的废物处理制度,此制度应用“从摇篮到摇篮”的概念,从而达到保护自然资源的目的。

由于原材料新来源的发现被证明代价极高且费时费力,自然资源越来越成为可持续发展的严峻课题。废物处理能够导致空气、土壤和/或水体污染从而对环境产生显著影响。为了使废物处理更加可持续,需要将“从摇篮到坟墓”的处理体系转变到应用“从摇篮到摇篮”的概念的体系。新的体系也应减少或彻底消除任何废物处理环节。

本书第 1 章涉及当前世界上普遍采用的废物处理程序,并将讨论其对未来可持续性和自然资源保护的影响。首先,通过对这些程序中废物的生命循环进行分析,说明其遵循的是“从摇篮到坟墓”的形式。其次,将进一步分析这些程序对环境保护和自然资源保护的影响。随后,通过列举优缺点来详细讨论“从摇篮到摇篮”的概念。将应用扩大的生产者责任原理来解释政府和国内社会在将“从摇篮到摇篮”的概念应用到自然资源保护中所扮演的角色。我们将介绍应用了“从摇篮到摇篮”概念的环境工程学新术语——“可持续处理”(sustainable treatment),即一种废物处理新制度。此后的章节是这个定义的应用和实施。

第 2 章将介绍清洁生产(cleaner production, CP)的概念、技术及其优势,也将对清洁生产的壁垒及障碍加以讨论并给出其解决办法。本章将尝试对清洁生产的机会及其实施进行评估。不同工业部门的案例分析后面紧跟着进行详细的成本/效益分析与讨论。案例分析将阐述并评估不同清洁生产的机会和技术。

第3章是关于可持续发展和工业生态学。将对工业生态学的原理加以讨论,并尝试在自然生态系统中整合工业行为。关于工业生态学的障碍的讨论将会涉及方方面面,如工艺、市场和宣传、财务,以及与障碍有关的区域政策和法规。结合世界不同地区的案例研究,进一步详细讨论生态工业园(Eco-industrial parks, EIP),以说明 EIP“自上而下”与“自下而上”或二者兼而有之的三种方案的综合应用情况。这些案例研究的意图是指导读者在各个国家或社区开展实施自己的 EIP 方案,同时希望提供给读者将既有的工业资产转变为环境友好的生态工业园的方法。

第4章是关于可持续发展和环境改革,将采用前3章介绍的内容建立可持续发展和环境改革框架。本章将讨论可持续发展的工具和方法学,例如环境管理体系(environmental management system, EMS)、清洁生产、环境影响评价(environmental impact assessment, EIA)及环境信息技术(environmental information technologies, EIT)等。本章进一步建议将清洁生产与环境管理体系一体化以促进不同工业部门清洁生产的管理。此建议作为对 ISO14001 标准的修正,将在下一轮 ISO 技术委员大会中进行讨论。本章同时将会提出一种环境改革体系并就其所有相关因素(如规章、环境影响评价、环境管理体系、清洁生产和工业生态学等)展开详细讨论。

第5章将涉及城市固体废物管理的可持续性(MSWMS)问题。由于尝试应用前4章所提到的全部原理来达到“从摇篮到摇篮”的实践目的,本章可谓是最具挑战性的一章。本章的基本要点是限制填埋式的垃圾处理方式(即减少垃圾处置)或从 MSWMS 中彻底消除废物处理;将会给出几种不同的城市固体废物(如食品垃圾、骨类、易拉罐、塑料、玻璃及纺织品等)的回收技术;包装用的合成材料的回收也将被一并讨论。

对于用任何技术也不能回收的废品将在第6章中加以讨论。本章是 MSW 的结束篇,将使“从摇篮到摇篮”的模型得到全方位实现。本章将讨论难循环废物的循环使用技术及适宜于特定社区的产品开发,以及新材料及其建议应用的属性。

第7章是关于农业和农村废物管理的可持续性,这对多数发展中国家和一些发达国家都是非常重要的。农业和农村废物的非持续性导致环境污染并最终可能导致自然资源的枯竭。将在本章讨论堆肥、作动物饲料、成型煤砖、制沼气等废物处理技术。这些技术同时适用于发达国家和发展中国家。本章将介绍两个不同的典型案例。第一个是通过堆肥技术将有机农业土壤改良剂转化为有机肥。第二个是将所有农业废物和城市固体废物及城市废水联合利用形成一个称为生态农业园(eco-rural park)的复合体系。

第8章将讨论建筑和拆卸废物的可持续性,并讨论房主和建筑商之间的有

关准则。本章包括 3 个案例分析：第一个以应用“从摇篮到摇篮”概念的 7R 原则作为处理固体废物的指南；第二个阐述处理建筑废物所需的费用；最后一个阐述应用“从摇篮到摇篮”概念的优势和效益。

第 9 章介绍医疗废物管理的可持续性，这是本书最关键的一章。因为医疗废物可能具有很大毒性，其来源非常敏感，因而需要用非常谨慎的方式加以处理。本章将讨论处理医疗废物最常用的技术并对其各自的优势和不足进行比较。常用技术包括焚烧、高压灭菌、化学消毒、微波消毒、热解、气化、等离子体及辐射等。作者对当前发达国家和发展中国家对医疗垃圾管理的实际情况进行了调查，并就电子束技术在医疗垃圾消毒上的应用及如何实现“从摇篮到摇篮”的理念展开讨论。

第 10 章将讨论工业废物管理的可持续性。本章将给出环境友好型企业的定义，即由传统企业转变到应用“从摇篮到摇篮”概念的企业。将涉及一些从未提及的工业部门，如制糖业、铝厂、钢铁行业、石材行业、石油行业、水泥厂及旅游行业等。

总之，本书提倡对环境不会造成危害的可持续发展和对自然资源的保护，主要讨论工业和居民社区产生的各类垃圾，并推荐使用“从摇篮到摇篮”概念的垃圾处理技术，来避免将垃圾填埋和焚烧。希望该书能引起读者的阅读兴趣。对任何有助于本书进一步改进的质疑、评价或建议——不论是正面的还是反面的，我们深表感谢。请随时与作者联系：elhaggar@aucegypt.edu。

译 丛 序 言

一、制造技术长盛永恒

先进制造技术是 20 世纪 80 年代提出的，它由机械制造技术发展而来，通常可以认为它是将机械、电子、信息、材料、能源和管理等方面的技术，进行交叉、融合和集成，综合应用于产品全生命周期的制造全过程，包括市场需求、产品设计、工艺设计、加工装配、检测、销售、使用、维修、报废处理、回收利用等，以实现优质、敏捷、高效、低耗、清洁生产，快速响应市场的需求。因此，当前的先进制造技术是以产品为中心，以光机电一体化机械制造技术为主体，以广义制造为手段，具有先进性和时代感。

制造技术是一个永恒的主题，与社会发展密切相关，是设想、概念、科学技术物化的基础和手段，是所有工业的支柱，是国家经济与国防实力的体现，是国家工业化的关键。现代制造技术是当前世界各国研究和发展的主题，特别是在市场经济高度发展的今天，它更占有十分重要的地位。

信息技术的发展并引入到制造技术，使制造技术产生了革命性的变化，出现了制造系统和制造科学。制造系统由物质流、能量流和信息流组成，物质流是本质，能量流是动力，信息流是控制；制造技术与系统论、方法论、信息论、控制论和协同论相结合就形成了新的制造学科。

制造技术的覆盖面极广，涉及到机械、电子、计算机、冶金、建筑、水利、电子、运载、农业以及化学、物理学、材料学、管理科学等领域。各个行业都需要制造业的支持，制造技术既有普遍性、基础性的一面，又有特殊性、专业性的一面，制造技术具有共性，又有个性。

我国的制造业涉及以下三方面的领域：

- 机械、电子制造业，包括机床、专用设备、交通运输工具、机械设备、电子通信设备、仪器等；
- 资源加工工业，包括石油化工、化学纤维、橡胶、塑料等；
- 轻纺工业，包括服装、纺织、皮革、印刷等。

目前世界先进制造技术沿着全球化、绿色化、高技术化、信息化、个性化和服务化、集群化六个方向发展，在加工技术上主要有超精密加工技术、纳米加工技术、数控加工技术、极限加工技术、绿色加工技术等，在制造模式上主要有自动化、集成化、柔性化、敏捷化、虚拟化、网络化、智能化、协作化和绿色化等。

二、图书交流渊源流长

近年来,国际间的交流与合作对制造业领域的发展、技术进步及重大关键技术的突破起到了积极的促进作用,制造业科技人员需要及时了解国外相关技术领域的最新发展状况、成果取得情况及先进技术应用情况等。

必须看到,我国制造业与工业发达国家相比,仍存在较大差距。因此必须加强原始创新,在实践中继承和创新,学习国外的先进制造技术和经验、引进消化吸收创新,提高自主创新能力,形成自己的创新体系。

国家、地区间的学术、技术交流已有很长的历史,可以追溯到唐朝甚至更远一些,唐玄奘去印度取经可以说是一次典型的图书交流佳话。图书资料是一种传统、永恒、有效的学术、技术交流方式,早在20世纪初期,我国清代学者严复就翻译了英国学者赫胥黎所著的《天演论》,其后学者周建人翻译了英国学者达尔文所著的《物种起源》,对我国自然科学的发展起到了很大的推动作用。

图书是一种信息载体,图书是一个海洋,虽然现在已有网络、光盘、计算机等信息传输和储存手段,但图书更具有广泛性、适应性、系统性、持久性和经济性,看书总比在计算机上看资料要方便习惯,不同层次的要求可以参考不同层次的图书,不同职业的人员可以参考不同类型的技术图书,同时它具有比较长期的参考价值和收藏价值。当然,技术图书的交流具有时间上的滞后性,不够及时,翻译的质量也是个关键问题,需要及时、快速、高质量的出版工作支持。

机械工业出版社希望能够在先进制造技术的引进、消化、吸收、创新方面为广大读者做出贡献,为我国的制造业科技人员引进、纳新国外先进制造技术的出版资源,翻译出版国际上优秀的制造业先进技术著作,从而能够提升我国制造业的自主创新能力,引导和推进科研与实践水平的不断进步。

三、选译严谨质高面广

1) 精品重点高质 本套丛书作为我社的精品重点书,在内容、编辑、装帧设计等方面追求高质量,力求为读者奉献一套高品质的丛书。

2) 专家选译把关 本套丛书的选书、翻译工作均由国内相关专业的专家、教授、工程技术人员承担,充分保证了内容的先进性、适用性和翻译质量。

3) 引纳地区广泛 主要从制造业比较发达的国家引进一系列先进制造技术图书,组成一套《国际机械工程先进技术译丛》。当然其他国家的优秀制造科技图书也在选择之内。

4) 内容先进丰富 在内容上应具有先进性、经典性、广泛性,应能代表相关专业的技术前沿,对生产实践有较强的指导、借鉴作用。本套丛书尽量涵盖制造业各行业,例如机械、材料、能源等,既包括对传统技术的改进,又包括新的设计方法、制造工艺等技术。

5) 读者层次面广 面对的读者对象主要是制造业企业、科研院所的专家、

研究人员和工程技术人员，高等院校的教师和学生，可以按照不同层次和水平要求各取所需。

四、衷心感谢不吝指教

首先要感谢许多积极热心支持出版《国际机械工程先进技术译丛》的专家学者，积极推荐国外相关优秀图书，仔细评审外文原版书，推荐评审和翻译的知名专家，特别要感谢承担翻译工作的译者，对各位专家学者所付出的辛勤劳动表示深切敬意，同时要感谢国外各家出版社版权工作人员的热心支持。

本套丛书希望能对广大读者的工作提供切实的帮助，欢迎广大读者不吝指教，提出宝贵意见和建议。

机械工业出版社

思考题	63
第3章 可持续发展和工业生态学	65
3.1 引言	65
3.2 工业生态学	66
3.3 工业生态学的障碍	67
3.4 生态工业园	69
3.5 循环经济/循环经济行动	71
3.6 生态工业园案例研究	75
思考题	96

译者序

可持续发展是当今世界发展的主题，它是一种科学的发展观，以保护自然资源环境为基础，最终目的是改善和提高人类的生活质量。自人类出现以来，自然资源的消耗与废物垃圾的产生就成为人类前进道路上难以回避的严峻课题。尤其工业革命以来，科学和技术的发展提高了人类从自然中获取资源的能力。随着全球经济的发展，工业、农业、城市等不同部门或领域产生的废物垃圾日渐增多。传统的废物管理遵循一种“从摇篮到坟墓”的方式，即：人类从自然中提取资源，最后以废物的形式作为终结。这种方式将不可避免地导致自然资源的最终枯竭。因此，探寻科学的废物管理方式是保护环境与自然资源以达到可持续发展彼岸的必由之路。

在多年的实践经验基础上，本书独创性地提出了“从摇篮到摇篮”的概念，并结合环境改革体系的诸多因素如清洁生产、工业生态学、环境管理等，通过引证大量实例，详细、全面探讨了城市固体废物、难以循环的废物、农业和农村废物、建筑和爆破废物、医疗废物等不同类型的废物的可持续管理模式。本书无论对于从事可持续发展和废物处理的政府管理人员，或对于从事该领域研究的科技工作者，都是一本有价值的参考资料。

本书在翻译过程中，得到了王斯文、姚志良、彭琳、石海佳、宋宾阳等同学的大量帮助，在此一并感谢！

由于译者水平有限，不足和错漏之处在所难免。恳请广大读者批评指正。

目 录

致谢	1
作者介绍	1
前言	1
译丛序言	1
译者序	1
第 1 章 当前实践与未来可持续性	1
1.1 引言	1
1.2 废物管理	1
1.3 处理	3
1.4 焚烧炉	5
1.5 填埋场	8
1.6 零污染与 7R 法则	9
1.7 生命周期与生产者责任延伸制	10
1.8 “从摇篮到摇篮”的概念	13
思考题	14
第 2 章 清洁生产	16
2.1 引言	16
2.2 清洁生产的推动	17
2.3 清洁生产的效益	17
2.4 清洁生产的障碍和解决方案	18
2.5 清洁生产技术	19
2.6 清洁生产机会评估	22
2.7 清洁生产案例研究	23
思考题	63
第 3 章 可持续发展和工业生态学	65
3.1 引言	65
3.2 工业生态学	66
3.3 工业生态学的障碍	67
3.4 生态工业园	69
3.5 再循环经济/循环经济行动	71
3.6 生态工业园案例研究	75
思考题	96

第4章 可持续发展与环境改革	98
4.1 引言	98
4.2 可持续发展建议框架	99
4.3 可持续发展的工具、指标和公式	104
4.4 可持续发展的推动力	105
4.5 环境改革	106
4.6 环境改革建议框架	107
4.7 环境影响评价的机制	110
4.8 可持续发展路线图	115
思考题	115
第5章 城市固体废物管理的可持续发展	116
5.1 引言	116
5.2 废物中转站	121
5.3 废纸的循环使用	123
5.4 塑料的循环使用	127
5.5 骨类回收	134
5.6 玻璃的循环使用	135
5.7 泡沫玻璃的循环使用	137
5.8 铝制品和锡罐的循环使用	139
5.9 纺织品的循环使用	139
5.10 复合包装材料的循环使用	140
5.11 塑料层板的循环使用	145
5.12 厨余废物的循环使用	146
5.13 废品	149
思考题	151
第6章 城市固体废物中废品的循环使用	152
6.1 引言	152
6.2 废品利用技术	152
6.3 废品产品的发展	155
6.4 建筑材料及其性质	156
6.5 检修孔	166
6.6 防浪堤	167
6.7 其他产品	169
思考题	172
第7章 农业废物管理的可持续性	173
7.1 介绍	173
7.2 农村处理废物的主要技术	174
7.3 动物饲料	176

7.4 煤砖制造	176
7.5 沼气	181
7.6 堆肥技术	181
7.7 其他应用技术	182
7.8 集成处理系统	186
7.9 农业和农村废物管理案例分析	189
思考题	202
第8章 建筑和拆卸废物的可持续管理	203
8.1 引言	203
8.2 建筑废物	203
8.3 建筑废物管理的指导方针	204
8.4 拆卸废物	211
8.5 拆卸废物管理指南	212
8.6 结语	216
8.7 建筑废物案例研究	217
思考题	225
第9章 医疗固体废物管理的可持续性	227
9.1 引言	227
9.2 研究方法	228
9.3 医疗废物管理	229
9.4 医疗废物的消毒	231
9.5 对医疗废物处理的现有经验	234
9.6 电子束技术	234
9.7 医疗废物的电子束消毒	236
思考题	237
第10章 工业废物管理的可持续性	238
10.1 引言	238
10.2 水泥行业案例研究	238
10.3 钢铁行业案例研究	246
10.4 铝铸造厂案例研究	253
10.5 矿井开凿——石油部门的案例研究	264
10.6 大理石和花岗岩行业案例研究	268
10.7 甘蔗产业案例分析	272
10.8 旅游行业案例研究	282
思考题	287
参考文献	289

第1章 当前实践与未来可持续性

1.1 引言

今天，国际上所面临的主要问题之一是环境保护的代价与回报。实践表明，污染控制与环境保护已被视为代价昂贵的行动并成为经济发展的负担。一个普遍存在的错误概念认为“环境保护以经济发展为代价，反之亦然”。如若能实现可持续发展，上述观点显然是不正确的。假如经济增长不向环境管理妥协的话，可持续发展则能够促进经济增长。医疗废物，农业、工业及市政固/液废物的传统处理方式可以说是灾难性的，若处理不当，会导致自然资源枯竭并污染环境。任何解决办法应当既适用于发达国家，又适用于发展中国家；既有经济效益，又具有技术、环境和社会的发展前景，否则将是不可持续的。本书的目标是通过一种“从摇篮到摇篮”的可持续废物治理概念，对各种类型的废弃物进行百分百的利用，从而达到保护自然资源的目的。

1.2 废物管理

不同国家垃圾产生量的大小有所不同。前期研究表明，随着 GDP 的增长，各类垃圾也随之增多，垃圾管理则成为保护环境和自然资源以达到可持续发展的必由之路。

为达到废物管理的目标，必须联合技术、工艺及管理等多个层面，我们称之为废物管理一体化 (integrated waste management, IWM)。从行动的层面上来讲，实现 IWM 包括源削减、重复利用、循环使用、处理及最终的处置等步骤 (Tchobanoglous et al., 1993)。不同国家和地区对废物管理行动的描述不同。如美国环保局 1989 年发表的“关于固体废物的选择：行动日程表”，表明废物管理行动包括源削减、循环使用、废物焚烧与填埋。其他报道则将源削减和重复利用作为两类重要措施。然而大多数文献则把重复利用归为源削减。新泽西环保部的废物管理措施中将源削减部分分为循环使用、场内堆肥及源头的重复利用。综合各种文献报道可知，传统废物管理等级主要包括源削减、重复利用、循环使用、回收、处置。焚烧包含在处理的措施中，因为焚烧实际上是一种深度处理，或者是一种“变废为宝”的回收过程，本章将单独对它加以讨论。

(1) 源削减 我们可以从源头出发，应用生产者及消费者责任延伸制原则