

Mackenzie L. Davis Susan J. Masten 著
王建龙 译

Principles of Environmental Engineering and Science

环境科学与工程原理



清华大学出版社

大学环境教育丛书

(翻译版)

Mackenzie L. Davis Susan J. Masten 著

王建龙 译

Principles of Environmental Engineering and Science

环境科学与工程原理

清华大学出版社
北 京

Mackenzie L. Davis Susan J. Masten
Principles of Environmental Engineering and Science
EISBN: 0-07-235053-9

Copyright © 2004 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this 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.

Simplified Chinese translation edition is published and distributed exclusively by Tsinghua University Press under the authorization by McGraw-Hill Education(Asia)Co., within the territory of the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由美国麦格劳-希尔教育出版(亚洲)公司授权清华大学出版社在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾)独家出版发行。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。

未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2004-1516

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

环境科学与工程原理/(美)戴维斯(Davis, M. L.), (美)马斯坦(Masten, S. J.)著;王建龙译. —北京:清华大学出版社, 2007. 6

(大学环境教育丛书: 翻译版)

书名原文: Principles of Environmental Engineering and Science

ISBN 978-7-302-14914-9

I. 环… II. ①戴… ②马… ③王… III. ①环境科学—高等学校—教材 ②环境工程—高等学校—教材 IV. X

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 039656 号

责任编辑:柳 萍

责任校对:焦丽丽

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

http://www.tup.com.cn 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:48.25 字 数:1027 千字

版 次:2007 年 6 月第 1 版 印 次:2007 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:69.80 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:012916-01

教辅支持说明

尊敬的老师,您好!

为提高我国环境教育的水平,满足使用原版教材教学的需要,清华大学出版社出版了大学环境教育丛书影印版和翻译版。所选教材均在国外被广泛使用,多数都经过多年的积累和提炼,并随理论和技术的发展而不断修订。

本书由美国 McGraw-Hill 公司授权影印出版。McGraw-Hill 公司是美国著名的教育图书出版公司,出版了很多著名的计算机、工程类以及经管类图书。

我们十分重视教师手册等教学课件以及网上资源的使用。如果您确认选用本套丛书的某一册作为指定教材,请您务必填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回我们的联系地址,我们将免费向您提供相应教学课件,或网络化课程管理资源。

我们的联系地址:



清华大学出版社
理工事业部第一编辑室
清华大学学研大厦 A-711

邮编: 100084

Tel: 010-62770175-4106

Fax: 010-62784897

E-mail: liup@tup.tsinghua.edu.cn



Education

美国麦格劳-希尔教育出版公司

北京市海淀区清华科技园科技大厦 A 座 906 室

电话: 010-62790299

教师服务电话: 010-62790299-108

教师服务信箱: instructorchina@mcgraw-hill.com

网址: www.mhhe.com www.mcgraw-hill.com.cn

传真: 010-62790292

您需要教辅的教材：		
姓名：		
系：		
院/校：		
专业：		
您所教的课程名称：		
学生人数/学期：		学时：
您目前采用的教材：		①作者：
		书名：
您准备何时用此书授课：		②作者：
		书名：
联系地址：		
邮政编码：		
联系电话：		
E-mail：		
您对本书的建议：		系主任签字：
地址：北京清华大学学研大厦A座 邮编：100084 订购热线：010-62770175 客户服务：010-62776969 清华大学出版社		我们的联系地址： 清华大学出版社 理工分社第一编辑室 清华大学学研大厦A座111 邮编：100084 Tel: 010-62770175-4106 Fax: 010-62770175-4107 E-mail: liup@rup.tsinghua.edu.cn 网址: www.mhhe.com/www.mcgraw-hill.com.cn 产品编号: 012916-01

盖章

质检6

出版前言

在 21 世纪之初,面临各种环境问题,人类清醒地认识到要走可持续发展之路。而发展环境教育是解决环境问题和实施可持续发展战略的根本。高等学校的环境教育,是提高新世纪建设者的环境意识,并向社会输送环境保护专门人才的重要途径。为了反映国外环境类教材的最新内容和编写风格,同时也为了提高学生阅读专业文献和获取信息的能力,我们精选了国外一些优秀的环境类教材,加以影印或翻译,组成大学环境教育丛书。所选教材均在国外被广泛采用,多数已再版,书中不仅介绍了有关概念、原理及技术方法,给出了丰富的数据,也反映了作者不同的学术观点。

我们希望这套丛书的出版能对高等院校师生和广大科技人员有所帮助,并为我国的环境教育事业做出贡献。

清华大学出版社

2007 年 1 月

译者序

人类与自然环境之间的冲突、世界范围的环境危机,使人类面临着空前严峻的挑战。进行环境教育,是解决这种冲突与危机、实施可持续发展战略的希望之所在。

Mackenzie L. Davis 和 Susan J. Masten 编著的 *Principles of Environmental Engineering and Science* 一书由 McGraw-Hill 公司于 2004 年出版。本书作为基础性导论课,主要面向环境科学与工程专业的本科生。

本书具有以下三个特点:首先,在环境科学与工程课程中增加了独具特色的几个章节,如生态系统、地质和土壤资源以及农业对环境的影响等,可以扩展读者认识环境问题的视野。第二,本书注重环境问题的综合性,注重基本概念和基本原理的阐述。内容深入浅出,详略得当,并配有大量的例题,以帮助读者理解。各章之后附有复习重点、习题和问题讨论,并推荐有进一步阅读的材料及参考文献,以提高学习兴趣,增强学习效果。第三,本书的另一个重要特点是综合考虑物料平衡。介绍了如何利用物料平衡概念来解释许多重要的环境工程概念。例如,利用物料平衡来说明土壤和地质资源的守恒、推导氧垂曲线方程、计算煤燃烧过程中产生的二氧化硫以及用于废物审计等。从内容安排看,本书注重科学原理的阐述而重点不在工程设计方面。

翻译是一项十分艰辛的工作。鉴于中西方文化、传统等方面存在诸多差异,且技术方面的专业术语表达目前尚未规范统一,因此,本书中难免会出现一些词不达意的地方。本书内容丰富,涉猎广泛,限于译者水平及翻译时间仓促,译文中缺点、错误和不足之处在所难免,恳请读者不吝指教,大力斧正!

译者

2006 年仲夏于清华园

前言

《环境科学与工程原理》主要面向环境工程专业大学二年级学生。本书还适用于生物学、化学、资源开发、渔业和野生动植物学、微生物学和土壤科学等专业的学生。使用本书的学生应当具备微积分学的基本知识,例如微分、积分和微分方程。

本书的编写原则

我们很多人都熟悉 Mackenzie Davis 和 David Cornwell 编写的 *Introduction to Environmental Engineering*。尽管那本书的部分内容与本书相似,但它们是两本独立的教科书,具有明显的不同目标。本书更侧重于科学原理、伦理及安全性,而较少关注工程设计。本书通过几个独立的章节,如生态系统、地质和土壤资源以及农业对环境的影响等,扩展了读者认识环境问题的视野。

本书注重于环境问题的综合性概论,前五章介绍了一些背景知识,为后续章节奠定理论基础。例如,第 2 章回顾了基本的化学知识,这是掌握环境工程基本原理所必备的。

本书的另一个重要特点是综合考虑物料平衡。第 3 章介绍了物料平衡概念作为解决问题的工具,并且说明了如何应用于水文学守恒系统。从这一点来说,物料平衡可以解释许多重要的环境工程概念。例如,这种方法阐述了第 7 章中土壤和地质资源的守恒,并且推导出了第 8 章中的氧垂曲线(水质)。在第 10 章中,推导出了完全混合活性污泥系统的设计方程以及污泥质量平衡。在第 11 章中,物料平衡说明了煤燃烧过程中二氧化硫的产生。最后,在第 13 章中,物料平衡被用于废物审计。

补充

本书为老师和同学们提供了一个备用的网站：www.mhhe.com/davismasten。可以从中找到相关的化学和地质学方面的动画、重要的术语表、工厂访问链接及其他环境工程资源，以及关于 Chem Skill Builder(一个有 1500 多道计算题的解决问题的化学应用软件)的信息。

在本书的网站上，教师可以找到书中的图像、授课幻灯片、Chem Skill Builder 信息以及《教师解题手册》，里面有课程教学大纲和考试样题。教师可以联系他们本地的 McGraw-Hill 经销代理来获得密码信息，从而使用这些工具。

致谢

我们不可能将对本书做出贡献的所有人员的名单一一列出,但我们仍然要冒着挂一漏万的风险,对以下各位表示特别的感谢。

以下同学帮助解答习题、校对文稿、准备教案、提出难题,以确保其他学生能够基本理解该书的内容。他们是: Shelley Agarwal, Stephanie Albert, Deb Allen, Mark Bishop, Aimee Bolen, Kristen Brandt, Jeff Brown, Amber Buhl, Nicole Chernoby, Rebecca Cline, Linda Clowater, Shauna Cohen, John Cooley, Ted Coyer, Marcia Curran, Talia Dodak, Kimberly Doherty, Bobbie Dougherty, Lisa Egleston, Karen Ellis, Craig Fricke, Elizabeth Fry, Beverly Hinds, Edith Hooten, Brad Hoos, Kathy Hulley, Lisa Huntington, Angela Ilieff, Alison Leach, Gary Lefko, Lynelle Marolf, Lisa McClanahan, Tim McNamara, Becky Mursch, Cheryl Oliver, Kyle Paulson, Marisa Patterson, Lynnette Payne, Jim Peters, Kristie Piner, Christine Pomeroy, Susan Quiring, Erica Rayner, Bob Reynolds, Laurene Rhyne, Sandra Risley, Lee Sawatzki, Stephanie Smith, Mary Stewart, Rick Wirsing, Ya-yun Wu。在此,对他们表示衷心的感谢!

同时,作者也感谢 Pamela Augustine, David Desteiger, Cheryl Edson, John Engle, Timothy Greenleaf, Erin Henderson, Robert Little, Jeremy Mansell, Kelly Mlynarek, Brad Osinski, Shannon Simpson, Lindsay Smith, Bryan Stramecki, Brad Vernier, Marcie Wawzysko, and Adam Wosneski。感谢他们参与本书的校对、查找本书所存在的问题,并增加本书的可读性。另外,我们还要感谢 Rebecca Masten-Davies,感谢他为本书中的城市、河流、湖泊取名,使学生体会到一种文化。

我们还要感谢以下人员: David Bagley, U of Toronto; Theodore Cleveland, U of Houston; Benoit Cushman-Roisin, Dartmouth College; Brian Dempsey, Penn State U;

Andrew Dzuril, Florida State U; Subhasis Ghoshal, McGill U; Mark Hernandez, U of Colorado; Howard Liljestrand, U of Texas, Austin; Taha Marhaba, NJIT; Thomas Overcamp, Clemson U; Michael Penn, U of Wisconsin, Platteville; Kelly Rusch, Louisiana State U; Richard Schuhmann, Penn State U.; Daniel Smith, U of South Florida; Helena Solo-Gabriele, U of Miami; and Scott Wells, Portland State U。感谢他们提出了很多具有帮助的评论和建议。

我们要特别感谢 Simon Davies 对本书第 14 章所做的贡献。我们衷心感谢他所做的努力。最后,我们要感谢我们的家人,感谢在我们编写这本书期间他们所表现出的宽容。尤其是 Rebecca 和 Jeffrey Masten-Davies,在本书编写期间,他们放弃了好几次圣诞假期及其他假日来投入到本书的编写工作中。

我们对 Macks 的妻子 Elaine 表示特殊的感谢,她对 Macks 在本书编写过程中给予了特别的宽容。

Mackenzie L. Davis, Susan J. Masten

关于作者

Mackenzie L. Davis 是密歇根州立大学(MSU)环境工程专业的退休教授。他所有学位都是在伊利诺伊州获得的。他于 1968—1971 年在美国陆军医疗服务团担任上尉。在服役期间,他在陆军弹药厂进行了空气污染调查。1971—1973 年,任美国军队建设工程研究实验室环境工程部门的负责人,其职责包括陆军兵工厂的空气、噪声研究的管理,水污染控制及固体废物管理。在 1973 年,他受聘于密歇根州立大学,从事空气污染控制和危险废物管理方面的教学和研究工作。

在 1987 年和 1989—1992 年期间,Davis 博士在美国政府间的固体废物办公室工作,从事危险废物和固体废物土地处理方法的技术评估。

Davis 博士是以下专业组织的成员:美国化学会、美国化学工程师学会、美国工程教育学会、美国气象学会、美国土木工程师学会、美国水工协会、空气和废物管理协会、环境工程与科学教授协会以及水环境学会。

他所获得的荣誉和奖励包括:美国化学工程师学会颁发的奖;Chi Epsilon, Sigma Xi 荣誉会员;获得美国环境工程师协会的危险废物管理认证工程师称号。他还获得了美国土木工程师学会、密歇根州立大学工学院、美国工程师教育学会北方中心、Chi Epsilon 五大湖地区以及 AMOCO 公司等颁发的教学奖。他还是伊利诺伊州和密歇根州的注册职业工程师。

2003 年,Davis 博士从密歇根州立大学退休。

Susan J. Masten 是密歇根州立大学(MSU)土木与环境工程系教授。她于 1986 年从哈佛大学获得环境工程博士学位。在 1989 年加入 MSU 前的 3 年里,她一直从事于环境方面的研究,包括在美国环境保护局位于俄克拉荷马州 Ada 的 Kerr 实验室。Masten 教授的研究工作涉及利用化学氧化剂净化土壤、水和废水。她目前的研究主要集中于利

用臭氧来降低饮用水消毒副产物浓度、控制膜污染以及降低臭氧处理多环芳香烃和杀虫剂形成的副产物的毒性。她的研究项目还涉及利用臭氧减少猪粪的臭味、消除土壤中的氯代烃和半挥发性有机物。

Masten 博士是以下专业组织的成员：美国化学会、国际臭氧协会、美国水工协会和美国工程师教育学会。从 1995 年起，她一直在美国化学会 MSU 分会执行委员会工作。

1994—1995 学年，Masten 教授是 Lilly 教学人员 (Lilly Teaching Fellow)。她分别于 1995 年 5 月和 1996 年 2 月获得了密歇根州大学工学院的 Withrow 优秀学者奖以及教师-学者奖 (Teacher-Scholar Award)。Masten 博士还是 1996 年 5 月密歇根州大学 Faculty Writing Project 的成员。2001 年，她获得了由环境工程与科学教授协会/Wiley Interscience 颁发的突出教育者奖。

Masten 博士是密歇根州的注册职业工程师。

——大学环境教育丛书(影印版)——

Eldon D. Enger, Bradley F. Smith, Anne Todd Bockarie

Environmental Science: A Study of Interrelationships (Tenth Edition)

环境科学——交叉关系学科(第10版)

Mackenzie L. Davis, Susan J. Masten

Principles of Environmental Engineering and Science

环境科学与工程原理

Jerry A. Nathanson

Basic Environmental Technology: Water Supply, Waste Management, and Pollution Control (Fourth Edition)

环境技术基础:供水、废物管理与污染控制(第4版)

Thomas G. Spiro, William M. Stigliani

Chemistry of the Environment (Second Edition)

环境化学(第2版)

Clair N. Sawyer, Perry L. McCarty, Gene F. Parkin

Chemistry for Environmental Engineering and Science (Fifth Edition)

环境科学与工程化学(第5版)

Mark B. Bush

Ecology of a Changing Planet (Third Edition)

生态学——关于变化中的地球(第3版)

T. E. Graedel, B. R. Allenby

Industrial Ecology (Second Edition)

产业生态学(第2版)

Nancy K. Kubasek, Gary S. Silverman

Environmental Law (Fourth Edition)

环境法(第4版)

Metcalf & Eddy Inc.

Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Fourth Edition)

废水工程:处理与回用(第4版)

Bruce E. Rittmann, Perry L. McCarty

Environmental Biotechnology: Principles and Applications

环境生物技术:原理与应用

Paul L. Bishop

Pollution Prevention: Fundamentals and Practice

污染预防:理论与实践

Edward S. Rubin, Cliff I. Davidson

Introduction to Engineering and Environment

工程与环境引论

W. Wesley Eckenfelder, Jr.

Industrial Water Pollution Control (Third Edition)

工业水污染控制(第3版)

Noel de Nevers

Air Pollution Control Engineering (Second Edition)

大气污染控制工程(第2版)

George Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel Vigil

Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues

固体废物的全过程管理——工程原理及管理问题

——大学环境教育丛书(翻译版)——

Mark B. Bush, 刘雪华译

Ecology of a Changing Planet (Third Edition)

生态学——关于变化中的地球(第3版)

Mackenzie L. Davis, Susan J. Masten, 王建龙译

Principles of Environmental Engineering and Science

环境科学与工程原理

Thomas G. Spiro, William M. Stigliani, 张钟宪, 等译

Chemistry of the Environment (Second Edition)

环境化学(第2版)

Thomas E. Graedel, Jennifer A. Howard-Grenville, 吴晓东, 翁端译

Greening the Industrial Facility: Perspectives, Approaches, and Tools

绿色工厂: 观点、方法与工具

T. E. Graedel, B. R. Allenby, 施涵译

Industrial Ecology (Second Edition)

产业生态学(第2版)

Braden R. Allenby, 翁端译

Industrial Ecology: Policy Framework and Implementation

工业生态学: 政策框架与实施

Lisa H. Newton, Catherine K. Dillingham, 吴晓东, 等译

Watersheds: Ten Cases in Environmental Ethics

分水岭: 环境伦理学的10个案例

Bruce E. Rittmann, Perry L. McCarty, 文湘华, 等译

Environmental Biotechnology: Principles and Applications

环境生物技术: 原理与应用

Paul L. Bishop, 王学军译

Pollution Prevention: Fundamentals and Practice

污染预防: 理论与实践

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 什么是环境科学	1
1.1.1 自然科学	1
1.1.2 环境科学	1
1.1.3 定量环境科学	1
1.2 什么是环境工程	2
1.2.1 什么是工程	2
1.2.2 关于环境工程	2
1.3 历史的观点	3
1.4 环境工程师与环境科学家如何一起工作	4
1.5 环境科学与工程引论	4
1.5.1 本书的主题	4
1.5.2 本书内容提要	5
1.5.3 国际单位制	5
1.6 环境系统概论	6
1.6.1 系统	6
1.6.2 水资源管理系统	7
1.6.3 空气资源管理系统	11
1.6.4 固体废物管理	12
1.6.5 多介质系统	13
1.6.6 可持续性	13
1.7 环境立法与法规	14
1.7.1 环境政策	14
1.7.2 野生动植物及其栖息地保护	14

1.7.3 水质管理	15
1.7.4 空气质量管理	21
1.7.5 噪声污染控制	25
1.7.6 固体废物管理	26
1.7.7 危险废物管理	27
1.7.8 原子能与辐射管理	29
1.8 环境伦理	30
本章复习	32
问题讨论	32
补充阅读材料	34
参考文献	34
第2章 化学	35
2.1 引言	35
2.2 基础化学概念	36
2.2.1 原子、元素和元素周期表	36
2.2.2 化学键和分子间作用力	37
2.2.3 摩[尔]、摩[尔]单位和活度单位	38
2.2.4 化学反应和化学计量学	39
2.2.5 化学平衡	46
2.2.6 反应动力学	57
2.3 有机化学	62
2.3.1 烷烃、烯烃和炔烃	62
2.3.2 芳香族化合物	64
2.3.3 官能团和化合物分类	65
2.4 水化学	65
2.4.1 水的物理性质	66
2.4.2 溶液杂质的状态	67
2.4.3 水溶液或水悬浮液中的浓度单位	68
2.4.4 缓冲溶液	70
2.5 土壤化学	76
2.6 大气化学	78
2.6.1 关于气体的基础理论	79
本章复习	81
习题	83