



能源与环境出版工程
(第二期)

总主编 翁史烈

“十三五”国家重点图书出版规划项目

环境健康科学

Environment and Health Science

袁涛 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



“十三五”国家重点图书出版规划项目
能源与环境出版工程（第二期）

总主编 翁史烈

环境健康科学

Environment and Health Science

袁涛 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是“能源与环境出版工程”丛书之一。内容涵盖了学科发展、学科理论、学科应用等,具体包括水与健康、大气与健康、土壤与健康、物理因素与健康、职业环境与健康、室内环境与健康、环境新兴污染物与健康、化学污染物的安全性与环境健康危险度评价、环境健康预测原理与方法以及环境与健康促进策略。

本书作者在中国大学 MOOC 网站建设有同步微课视频。本书可供环境类专业师生教学之用,可作为环保、公共卫生等相关机关、企业的培训材料,也可供对环境与健康感兴趣的人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

环境健康科学 / 袁涛编著. —上海: 上海交通大学出版社, 2019
能源与环境出版工程
ISBN 978 - 7 - 313 - 22044 - 8

I. ①环… II. ①袁… III. ①环境影响—健康—研究
IV. ①X503.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 217430 号

环境健康科学

HUANJING JIANKANG KEXUE

编 著: 袁 涛

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 常熟市文化印刷有限公司

开 本: 710 mm × 1000 mm 1/16

字 数: 283 千字

版 次: 2019 年 12 月第 1 版

书 号: ISBN 978 - 7 - 313 - 22044 - 8

定 价: 59.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021 - 64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 15.5

印 次: 2019 年 12 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512 - 52219025

能源与环境出版工程 丛书学术指导委员会

主 任

杜祥琬(中国工程院原副院长、中国工程院院士)

委 员(以姓氏笔画为序)

苏万华(天津大学教授、中国工程院院士)

岑可法(浙江大学教授、中国工程院院士)

郑 平(上海交通大学教授、中国科学院院士)

饶芳权(上海交通大学教授、中国工程院院士)

闻雪友(中国船舶工业集团公司 703 研究所研究员、中国工程院院士)

秦裕琨(哈尔滨工业大学教授、中国工程院院士)

倪维斗(清华大学原副校长、教授、中国工程院院士)

徐建中(中国科学院工程热物理研究所研究员、中国科学院院士)

陶文铨(西安交通大学教授、中国科学院院士)

蔡睿贤(中国科学院工程热物理研究所研究员、中国科学院院士)

能源与环境出版工程 丛书编委会

总主编

翁史烈(上海交通大学原校长、教授、中国工程院院士)

执行总主编

黄震(上海交通大学副校长、教授、中国工程院院士)

编委(以姓氏笔画为序)

马重芳(北京工业大学环境与能源工程学院院长、教授)

马紫峰(上海交通大学电化学与能源技术研究所教授)

王如竹(上海交通大学制冷与低温工程研究所所长、教授)

王辅臣(华东理工大学资源与环境工程学院教授)

何雅玲(西安交通大学教授、中国科学院院士)

沈文忠(上海交通大学凝聚态物理研究所副所长、教授)

张希良(清华大学能源环境经济研究所所长、教授)

骆仲泐(浙江大学能源工程学系系主任、教授)

顾璠(东南大学能源与环境学院教授)

贾金平(上海交通大学环境科学与工程学院教授)

徐明厚(华中科技大学煤燃烧国家重点实验室主任、教授)

盛宏至(中国科学院力学研究所研究员)

章俊良(上海交通大学燃料电池研究所所长、教授)

程旭(上海交通大学核科学与工程学院院长、教授)

本书编委会

主 编

袁 涛

副主编

申哲民 马煜宁

编 者(以姓氏笔画排序)

马煜宁 申哲民 刘亚伟 李 丹 李佳凡

金一卉 敖俊杰 袁 涛 高 礼 高晓平

总 序

能源是经济社会发展的基础,同时也是影响经济社会发展的主要因素。为了满足经济社会发展的需要,进入 21 世纪以来,短短 10 余年间(2002—2017 年),全世界一次能源总消费从 96 亿吨油当量增加到 135 亿吨油当量,能源资源供需矛盾和生态环境恶化问题日益突显,世界能源版图也发生了重大变化。

在此期间,改革开放政策的实施极大地解放了我国的社会生产力,我国国内生产总值从 10 万亿元人民币猛增到 82 万亿元人民币,一跃成为仅次于美国的世界第二大经济体,经济社会发展取得了举世瞩目的成绩!

为了支持经济社会的高速发展,我国能源生产和消费也有惊人的进步和变化,此期间全世界一次能源的消费增量 38.3 亿吨油当量中竟有 51.3% 发生在中国! 经济发展面临着能源供应和环境保护的双重巨大压力。

目前,为了人类社会的可持续发展,世界能源发展已进入新一轮战略调整期,发达国家和新兴国家纷纷制定能源发展战略。战略重点在于:提高化石能源开采和利用率;大力开发可再生能源;最大限度地减少有害物质和温室气体排放,从而实现能源生产和消费的高效、低碳、清洁发展。对高速发展中的我国而言,能源问题的求解直接关系到现代化建设进程,能源已成为中国可持续发展的关键! 因此,我们更有必要以加快转变能源发展方式为主线,以增强自主创新能力为着力点,深化能源体制改革、完善能源市场、加强能源科技的研发,努力建设绿色、低碳、高效、安全的能源大系统。

在国家重视和政策激励之下,我国能源领域的新概念、新技术、新成果不断涌现;上海交通大学出版社出版的江泽民学长著作《中国能源问题研究》(2008 年)更是从战略的高度为我国指出了能源可持续的健康发展之

路。为了“对接国家能源可持续发展战略,构建适应世界能源科学技术发展趋势的能源科研交流平台”,我们策划、组织、编写了这套“能源与环境出版工程”丛书,其目的在于:

一是系统总结几十年来机械动力中能源利用和环境保护的新技术和新成果;

二是引进、翻译一些关于“能源与环境”研究领域前沿的书籍,为我国能源与环境领域的技术攻关提供智力参考;

三是优化能源与环境专业教材,为高水平技术人员的培养提供一套系统、全面的教科书或教学参考书,满足人才培养对教材的迫切需求;

四是构建一个适应世界能源科学技术发展趋势的能源科研交流平台。

该学术丛书以能源和环境的关系为主线,重点围绕机械过程中的能源转换和利用过程以及这些过程中产生的环境污染治理问题,主要涵盖能源与动力、生物质能、燃料电池、太阳能、风能、智能电网、能源材料、能源经济、大气污染与气候变化等专业方向,汇集能源与环境领域的关键性技术和成果,注重理论与实践的结合,注重经典性与前瞻性的结合。图书分为译著、专著、教材和工具书等几个模块,其内容包括能源与环境领域的专家最先进的理论方法和技术成果,也包括能源与环境工程一线的理论 and 实践。如钟芳源等撰写的《燃气轮机设计》是经典性与前瞻性相统一的工程力作;黄震等撰写的《机动车可吸入颗粒物排放与城市大气污染》和王如竹等撰写的《绿色建筑能源系统》是依托国家重大科研项目的新成果和新技术。

为确保这套“能源与环境出版工程”丛书具有高品质和重大的社会价值,出版社邀请了杜祥琬院士、黄震教授、王如竹教授等专家,组建了学术指导委员会和编委会,并召开了多次编撰研讨会,商谈丛书框架,精选书目,落实作者。

该学术丛书在策划之初,就受到了国际科技出版集团 Springer 和国际学术出版集团 John Wiley & Sons 的关注,与我们签订了合作出版框架协议。经过严格的同行评审,截至 2018 年初,丛书中已有 9 本输出至 Springer,1 本输出至 John Wiley & Sons。这些著作的成功输出体现了图书较高的学术水平和良好的品质。

“能源与环境出版工程”丛书从 2013 年底开始陆续出版,并受到业界广

泛关注,取得了良好的社会效益。从2014年起,丛书已连续5年入选了上海市文教结合“高校服务国家重大战略出版工程”项目。还有些图书获得国家级项目支持,如《现代燃气轮机装置》《除湿剂超声波再生技术》(英文版)、《痕量金属的环境行为》(英文版)等。另外,在图书获奖方面,也取得了一定成绩,如《机动车可吸入颗粒物排放与城市大气污染》获“第四届中国大学出版社优秀学术专著二等奖”;《除湿剂超声波再生技术》(英文版)获中国出版协会颁发的“2014年度输出版优秀图书奖”。2016年初,“能源与环境出版工程”(第二期)入选了“十三五”国家重点图书出版规划项目。

希望这套书的出版能够有益于能源与环境领域人才的培养,有益于能源与环境领域的技术创新,为我国能源与环境的科研成果提供一个展示的平台,引领国内外前沿学术交流和创新并推动平台的国际化发展!



2018年9月

前 言

环境与健康问题一直受到各国政府和公众的广泛关注。随着社会经济的发展、科学认识的深入、公众健康意识和需求的提高,新的环境与健康问题不断出现。此外,环境健康科学是一门新兴的学科,具有环境科学和预防医学交叉的特性,同时对环境健康管理实践也提出了一定的要求。虽然国内外很多院校都开设环境与健康课程,但环境与健康相关教材依然处于发展阶段。

环境健康问题涉及生态环境保护、公共卫生、临床医学等众多学科,由于我国环境健康工作起步较晚,因此环境健康交叉学科人才的培养相对薄弱。本书旨在探索适合未来环境健康学科发展的教材,编排内容考虑到学科交叉特性,兼具基础和应用特色,同时引入相关研究成果,可满足本科生基础教学和研究生拓展教学的需要。

由于环境健康科学具有多学科交叉的特点,本书各章节由不同专业背景的人员结合自身相关科研背景进行编写。本书第1章由申哲民编写,主要介绍学科基本概念和相关理论;第2~4章分别由马煜宁、袁涛、李佳凡编写,从不同环境介质角度介绍环境与健康关系;第5~7章分别由李丹、袁涛、李佳凡编写,从物理因素、职业环境、室内环境等方面介绍环境与健康的相关知识;第8~10章由高礼、敖俊杰、高晓平、金一卉编写,分别介绍环境新兴污染物与健康、健康危险度评估、环境健康预测相关理论与技术发展;第11章由刘亚伟和申哲民编写,从环境健康工作管理角度介绍相关策略和基本方法。全书由袁涛统稿,并由广东工业大学环境健康与污染控制研究院余应新教授进行了细致深入的审阅。在编写过程中,全体编者和审阅专家均付出了艰辛的努力,在此一并表示衷心的感谢。

本书编排考虑到学科交叉特性,兼具基础和应用特色,也可作为环保、

公共卫生等相关机关、企业的培训材料,以及相关在线课程的辅助教材和大众科普阅读资料(作者在中国大学 MOOC 网站建设有同步微课视频)。因编者水平有限,书中难免存在不少缺点和错误,恳请相关专家和各位读者批评和指正,以使本书不断丰富和完善。

袁 涛

2019 年 6 月于上海交通大学

目 录

第 1 章 绪论	001
1.1 环境学基础	001
1.1.1 环境的含义	001
1.1.2 人类与环境	002
1.1.3 环境问题	003
1.2 健康的概念	009
1.2.1 健康的含义	010
1.2.2 环境与健康	011
1.3 毒理学基础	020
1.3.1 概述	020
1.3.2 毒物与毒性	021
1.3.3 生物效应与生物标志	022
1.3.4 研究层次	023
1.4 地理环境与健康	026
第 2 章 水与健康	029
2.1 概述	029
2.1.1 水质性状及评价指标	030
2.1.2 水体污染	033
2.1.3 水在人体中的作用	034
2.2 水中的有害因素	035
2.2.1 化学性污染	035

2.2.2 物理性污染	037
2.2.3 生物性污染	038
2.3 饮用水安全	039
2.3.1 饮用水需求	039
2.3.2 饮用水种类	040
2.3.3 饮用水水质标准	041
2.3.4 饮用水与疾病	042
2.3.5 饮用水二次污染	043
第3章 大气与健康	045
3.1 概述	045
3.1.1 大气结构和组成	045
3.1.2 大气(空气)污染	046
3.1.3 空气污染指数	047
3.2 大气中有害因素	049
3.3 大气污染对人体健康的影响	052
第4章 土壤与健康	061
4.1 概述	061
4.2 土壤中的有害因素	064
4.2.1 土壤污染特点	065
4.2.2 主要土壤污染物	065
4.3 土壤污染对人体健康的影响	068
第5章 物理因素与健康	073
5.1 噪声污染与健康	073
5.1.1 噪声分类	074
5.1.2 噪声量度	074
5.1.3 噪声污染对人体健康的危害	075

5.2 放射性污染与健康	076
5.2.1 放射性核素衰变种类	077
5.2.2 放射性污染来源	078
5.2.3 放射性污染对健康的危害	080
5.3 电磁污染与健康	084
5.3.1 电磁污染源	085
5.3.2 电磁辐射的危害机理	085
5.3.3 电磁污染对健康的危害	088
5.4 其他物理污染	089
5.4.1 光污染	089
5.4.2 热污染	090
5.4.3 振动污染	092
 第6章 职业环境与健康	094
6.1 职业环境中常见的危害因素	094
6.1.1 有毒物质对职业人群健康的危害	094
6.1.2 粉尘对职业人群健康的危害	102
6.1.3 物理因素对职业人群健康的危害	103
6.1.4 视屏作业人员的职业危害因素	107
6.2 职业病	108
 第7章 室内环境与健康	110
7.1 室内空气污染与健康	110
7.2 室内环境污染的来源及危害	111
7.3 吸烟与健康问题	114
 第8章 环境新兴污染物与健康	118
8.1 PPCPs 与健康	118
8.1.1 药物	119

8.1.2 个人护理品活性成分	124
8.2 EEDC 及潜在健康风险	163
8.2.1 EEDC 的性质	164
8.2.2 EEDC 的种类及来源	164
8.2.3 EEDC 的危害	165
8.2.4 EEDC 的毒性作用机制	167
8.2.5 典型的 EEDC	169
8.3 纳米材料与健康	172
第 9 章 化学污染物的安全性与环境健康危险度评价	175
9.1 化学污染物的安全性评价	175
9.1.1 安全性评价步骤	175
9.1.2 评价原则与法规	179
9.2 环境健康危险度评价	180
9.2.1 危险度评价步骤	180
9.2.2 环境健康危险度评价研究趋势	185
第 10 章 环境健康预测原理与方法	186
10.1 计算毒理学的起源	186
10.2 计算毒理学与化学品风险评价	188
10.3 化学品环境暴露-毒性效应模拟	188
10.3.1 化学品多介质暴露模拟	189
10.3.2 化学品多尺度毒性效应模拟	192
10.4 化学品理化性质、环境行为和毒理效应的高通量预测	198
10.4.1 依据分子结构预测化学品的理化性质、环境行为及毒理效应	199
10.4.2 利用化学品离体数据预测其活体效应阈值	202
10.4.3 智能/集成测试策略	203
10.5 展望	204
10.5.1 预测毒理学发展	204

10.5.2 个人化(精准)风险评价	204
10.5.3 合作与人才培养	205
第 11 章 环境与健康促进策略	207
11.1 改进体制机构和扶持科研机构	208
11.1.1 建立环境变化与健康管理新体制	209
11.1.2 完善环境与健康相关科研机构	210
11.2 建立健全环境与健康相关法律法规体系	216
11.2.1 发达国家环境与健康相关法律体系	216
11.2.2 中国环境与健康相关法律体系	217
11.2.3 完善环境健康问题法律规制的建议	219
11.3 鼓励公众参与环境保护	221
主要参考文献	223

第1章 绪 论

近年来,环境科学学科的蓬勃发展使其各分支逐渐形成和成熟,分支也日益明确。环境健康科学是环境科学的重要分支之一,也是公共卫生和预防医学的重要组成部分。环境健康科学研究环境中的物理、化学、生物、社会及心理因素与人体健康及其生活质量的关系,揭示环境因素对健康影响的发生、发展规律,为充分利用有利于人群健康的环境因素,消除和改善不利的环境因素提出卫生要求和预防措施,并配合有关部门做好环境立法、卫生监督以及环境保护工作。

环境健康科学的研究内容很多,范围也很广,并且随着时代的不同,其研究的侧重点也有所不同,概括起来有以下几个方面:① 水体、大气、土壤与健康;② 物理因素与健康;③ 职业环境与健康;④ 室内环境与健康;⑤ 环境新兴污染物与健康;⑥ 化学污染物的安全性与环境健康危险度评价;⑦ 环境健康预测原理与方法;⑧ 环境与健康促进策略。

1.1 环境学基础

随着环境与健康领域相关学科的发展,人们以前主要关注一般的生活环境、工作环境、居住环境以及娱乐环境与人体健康的关系。近年来,人们逐渐从生态学的角度认识环境,从致病因子、环境以及人们本身之间的相互关系认识人类的健康与疾病的发生和发展规律。

1.1.1 环境的含义

环境(environment)是指围绕着某一事物(通常称其为主体)并对该事物会产生某些影响的所有外界事物(通常称其为客体),即某个主体周围的所有外部空间、条件和状况的总和。

环境既包括以大气、水、土壤、植物、动物、微生物等为内容的物质因素,也包括以观念、制度、行为准则等为内容的非物质因素;既包括自然因素,也包括社会因素;既包括非生命体形式,也包括生命体形式。