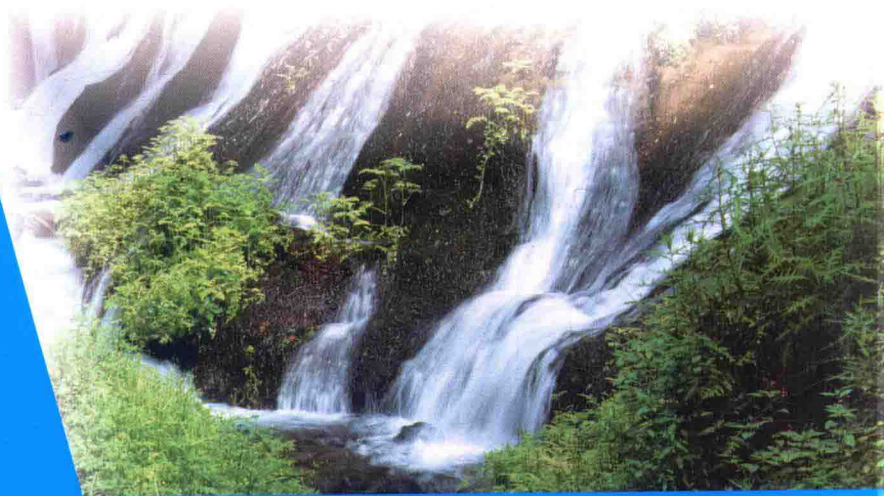


环境科学与工程系列教材

环境科学与工程 通识教程

Introduction to Environmental
Science and Engineering

卢桂宁 党 志 主编



科学出版社

环境科学与工程系列教材

环境科学与工程通识教程

卢桂宁 党 志 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍了环境科学与工程的基本概念、技术方法和研究现状,主要内容共10章,包括绪论、人口·资源与环境、环境生态学基础与应用、水环境及污染控制、大气环境及污染控制、土壤污染控制与修复、固体废物污染控制、环境物理性污染控制、环境管理及技术支撑、环境保护职业与产业,并在相应章节中对饮用水安全、农产品安全、室内空气污染控制、生活垃圾处理与资源化、电子垃圾污染控制、酸性矿山废水污染控制、海洋污染防治、温室效应与全球气候变化、新型污染物、城市雾霾等热点环境问题与典型环境案例进行了深入剖析,旨在通过不同专题让读者对环境科学与工程所涉及的各个领域有较全面了解。

本书是为高等学校非环境类专业学生编写的环境通识教育课程教材,也可作为环境科学与工程专业导论课程参考用书,同时可供从事环境保护相关工作和关注环境保护的人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境科学与工程通识教程 / 卢桂宁, 党志主编. —北京: 科学出版社, 2017.6

环境科学与工程系列教材

ISBN 978-7-03-053655-6

I. ①环… II. ①卢… ②党… III. ①环境科学—教材 ②环境工程—教材 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 129112 号

责任编辑: 朱 丽 李丽娇 / 责任校对: 张小霞

责任印制: 肖 兴 / 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>

天津市新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 6 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 6 月第一次印刷 印张: 22

字数: 420 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《环境科学与工程系列教材》丛书编委会

主 编：叶代启

副主编：朱能武 银玉容

编 委：（按姓氏汉语拼音顺序）

党 志	郭楚玲	刘 利	卢桂宁	马伟文
牛晓君	秦玉洁	施召才	石振清	史 伟
宋小飞	杨 琛	易筱筠	银玉容	张太平
张小平	朱能武	邹定辉		

《环境科学与工程通识教程》编写人员

主 编：卢桂宁 党 志

副主编：杨 琛 易筱筠 黄少斌 郭楚玲

参 编：（按姓氏汉语拼音顺序）

包艳萍	陈 璋	邓辅财	范 聪	郭学涛
黄开波	雷 娟	李晨晨	李宛蔓	廖 侃
卢丽敏	余博嘉	隋欣恬	唐 婷	陶雪琴
万晶晶	汪 涵	王 锐	魏燕富	伍银爱
谢莹莹	徐稳定	杨成方	杨行健	张 婷

丛 书 序

环境教育的兴起是 20 世纪以来人们对环境问题的严重性、资源的有限性以及生态环境破坏的难以恢复性的体验与认知的结果。1948 年托马斯·普理查德(Thomas Pritchard)提出了“环境教育”一词,但真正现代意义上的“环境教育”起源和发展于 20 世纪 60 年代西方发达国家的“生态复兴运动”。环境教育的历史演进,从 20 世纪 60 年代出现在学校教育后,便常被视为是自然研习(nature study)、户外教育(outdoor education)、环境修复教育(environmental conservation education)的传承者。然而环境教育的特质与内涵,在社会、科学、技术三者的交互作用中,特别重视有关环境危机的问题,所以环境教育虽然继承于自然研习、户外教育及环境修复教育,但也有别于它们。而今进入 21 世纪,环境教育又蜕变为永续发展教育(sustainable development education)。

环境教育是国际环境界的新事物,是历史的产物,是随着公众社会的发展,为解决新出现的环境问题而产生的。随着社会经济的发展,公众的生产能力不断提高,规模不断扩大,致使许多自然资源被过度利用,生态环境日益恶化。面对全球日益严重的环境问题,国际社会达成了共识:通过宣传和教育,提高人们的环境意识,是保护和改善环境的重要治本措施。但是对环境教育的定义、性质、目标该当如何确定,由于个人的学术背景不同、观点兴趣各异,而产生了不同的见解。通过对环境教育定义的界定,能帮助我们进一步认识环境教育的本质。

环境教育的未来发展趋势,一是公众的环境教育,包括中小学的环境教育,旨在使广大人民群众养成自觉保护环境的道德风尚,提高全民族的环境与发展意识。通过环境通识教育,能够使人们更好地理解地球上的生命都是相互依赖的,提升公众的经济、政治、社会、文化及科技认识水平,加深人们对环境问题影响社会可持续发展的理解,使得公众能够更加有效地参与地方、国家和国际层面上有关环境可持续发展活动,推动整个社会向着更为公正和可持续发展的未来前进。二是专业性的环境教育,主要目的是培养和造就消除环境污染和防治生态破坏,改善和创造高质量的生产和生活环境所需的各种专门人才,培养和造就具有环境保护和持续发展综合决策和管理能力的各层次管理人才。

《环境科学与工程系列教材》丛书是华南理工大学环境学科多年从事环境科学与工程类课程的教学和实践经验的总结。这套丛书涵盖了目前较为缺乏的《环境物理学》、《环境生态学》、《环境统计学》、《城市水工程概论》、《固体废物处理处

置工程》等专业理论课程教材,《水质分析实验》、《环境科学综合实验》等实验课程教材,以及《环境通识教育教程》、《环境科学与工程通识教程》等环境通识课程教材。

该丛书的内容丰富翔实,是作者们多年教学实践和相关科研成果的结晶,是环境科学与工程类教材的有益补充和丰富,必将从全局上有力推动环境教育的发展,值得同行重视和参考。

该丛书结构严谨、语言通俗、内容科学、案例经典,推荐环境科学与工程及相关领域的教师、学生、环保人员阅读使用。



2016年2月

前 言

人与环境之间是一个相互作用和相互影响的对立统一体, 20 世纪中后期以来, 人与环境之间的不和谐, 使得人类面临着各种环境问题和危机。发展环境教育、提高环境意识, 是解决环境问题和实施可持续发展战略的希望所在。环境科学与工程学科是伴随经济发展过程中出现的各种环境问题以及社会对解决环境问题的迫切需求而产生和发展的, 是基于自然科学、技术科学、工程科学与社会科学而发展起来的综合性交叉新兴学科, 是一门研究人与环境相互作用及其调控的学科。

编者团队负责人党志教授自 2001 年开始面向华南理工大学非环境类专业的本科生开设《环境科学与工程导论》环境通识教育课程, 该课程于 2006 年入选华南理工大学第三批校级精品课程。经过十多年的教学实践和发展, 该课程知识体系日趋完善, 已成为编者所在学校开设的通识教育课程体系中科学技术领域的核心课程之一。为了更好地开展教学工作, 提高学生的学习效率, 编者于 2014 年完成自编讲义作为该课程的配套教材试用, 并根据每学期反馈的情况进行了修订和完善, 从而形成本书。

本书主要内容共 10 章, 包括绪论、人口·资源与环境、环境生态学基础与应用、水环境及污染控制、大气环境及污染控制、土壤污染控制与修复、固体废物污染控制、环境物理性污染控制、环境管理及技术支撑、环境保护职业与产业等, 旨在通过不同专题的介绍让读者对环境科学与工程所涉及的各个领域有较全面的了解。本书在内容编排中, 注意科学与工程两方面的内容并重, 并在书中穿插一些趣味阅读材料和典型环境问题及案例分析, 力求突出理工结合特色、强化工程技术基础。因为对非环境专业学生来说, 本课程有可能是他们选修的唯一一门环境类高等教育课程, 在课程中除了使他们了解环境问题的一般概念外, 还适当增加了环境问题防治方面的知识, 以便学生对环境问题的产生及防治有更全面的了解, 对他们在今后的工作中能自觉有效地保护环境具有重大意义。

本书内容框架由党志、卢桂宁、杨琛、易筱筠、黄少斌和郭楚玲等基于历年的教学实践总结而共同策划和敲定, 全书由卢桂宁负责统稿、党志负责审定, 各章主要编写人员如下: 第 1 章, 谢莹莹、卢桂宁; 第 2 章, 陈璋、范聪、伍银爱; 第 3 章, 余博嘉、陶雪琴、隋欣恬、卢桂宁; 第 4 章, 郭学涛、伍银爱、汪涵、徐稳定、雷娟; 第 5 章, 廖侃、李晨晨、李宛蔓; 第 6 章, 王锐、包艳萍、万晶

晶；第 7 章，黄开波、唐婷、邓辅财、魏燕富；第 8 章，杨成方、谢莹莹；第 9 章和第 10 章，卢桂宁、陶雪琴、杨行健。此外，卢丽敏和张婷协助审阅了全书并提出了许多宝贵意见。本书在编写过程中，参考了众多国内外专著、教材、论文和网站上的文献资料，在文中难以一一注明，在此向相关作者表示由衷感谢。

最后，衷心感谢中国工程院院士、清华大学环境科学与工程研究院院长郝吉明教授为本书所属的《环境科学与工程系列教材》丛书作序。

限于编者业务水平和经验，书中不免存在疏漏和不足之处，恳请广大专家和读者批评指正，以待日后改进。如有任何意见、建议和问题，请发送至电子邮箱：GNLu@foxmail.com，编者将不胜感激！



2017 年 2 月

目 录

丛书序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 人与环境的和谐	1
1.1.1 人类环境的概念及分类	1
1.1.2 人与环境的相互作用	2
1.1.3 环境问题与人类生存危机	3
1.2 地球圈层结构及其环境问题	5
1.2.1 地球在宇宙中的地位	5
1.2.2 地球圈层结构	6
1.2.3 地球圈层的环境问题	8
阅读材料：全球十大环境问题	11
1.3 关于环境科学与工程	14
1.3.1 学科内涵	14
1.3.2 研究方法	15
1.3.3 学科方向	15
1.3.4 学科发展	16
阅读材料：科学家与工程师	18
思考题	20
主要参考文献	20
第 2 章 人口·资源与环境	21
2.1 人类文明与环境	21
2.1.1 古今中外的人口思想	21
2.1.2 人口变动与人口结构	24
2.1.3 世界及我国的人口问题	26
阅读材料：“单独二孩”与“全面二孩”	29
2.1.4 人口发展对环境的影响	30
阅读材料：温室效应与全球气候变化	31

2.2 资源危机	32
2.2.1 资源概述	32
2.2.2 人类面临的资源危机	34
2.2.3 资源危机的出路探求	39
阅读材料: 日常生活中的 20 个节能小窍门	43
阅读材料: 资源综合利用的经验与实践	47
2.3 环境污染	48
2.3.1 环境污染概述	49
2.3.2 环境污染物	49
阅读材料: 塑化剂风波	52
阅读材料: 抗生素抗性基因	53
2.3.3 污染物的环境效应	55
思考题	56
主要参考文献	56
第 3 章 环境生态学基础与应用	58
3.1 生态系统概述	58
3.1.1 生态系统的组成	58
3.1.2 生态系统的结构	60
3.1.3 生态系统的分类	61
3.1.4 生态系统的特征	62
3.1.5 生态系统的功能	63
3.2 生态平衡与生态破坏	72
3.2.1 生态平衡	72
3.2.2 生态破坏	75
阅读材料: 生态文明与生态安全	77
3.3 生态城市建设	78
3.3.1 城市生态系统与生态城市	78
3.3.2 生态城市建设的内容	80
3.3.3 生态城市建设的模式	80
3.3.4 中国生态城市建设	83
阅读材料: 丹麦生态城市建设	86
3.4 环境生态工程与生态修复	88
3.4.1 生态工程概述	88

3.4.2 环境保护生态工程	88
3.4.3 污水人工湿地处理工程	92
阅读材料：成都活水公园	95
3.4.4 环境污染生态修复技术	96
思考题	100
主要参考文献	100
第4章 水环境及污染控制	102
4.1 水环境与水资源	102
4.1.1 天然水体	102
4.1.2 水资源	103
4.1.3 水循环	108
4.2 水环境质量	109
4.2.1 水体自净	109
4.2.2 水环境容量	111
4.2.3 水质指标	111
4.2.4 水质标准	114
4.3 水体污染及其危害	116
4.3.1 水体污染	116
4.3.2 水中主要污染物	117
4.3.3 国内外水污染现状	120
4.3.4 水体污染的危害	122
4.4 水处理技术	123
4.4.1 常用水处理技术	123
4.4.2 典型水处理工艺流程	132
阅读材料：水体污染控制与治理科技重大专项	135
4.5 饮用水安全	136
4.5.1 饮用水安全的基本要求	136
4.5.2 饮用水中污染物的来源	136
4.5.3 家用饮用水产品与设备	138
阅读材料：家用桶装水怎么辨认水质优劣	139
4.6 酸性矿山废水污染控制	140
4.6.1 酸性矿山废水形成及危害	140
阅读材料：横石河流过死亡村庄	140

4.6.2 酸性矿山废水中的主要污染物	141
4.6.3 酸性矿山废水污染控制技术	143
4.7 海洋污染防治	147
4.7.1 概述	147
4.7.2 污染防治	149
阅读材料: 墨西哥湾石油泄漏事故	150
4.7.3 红树林的保护	151
思考题	152
主要参考文献	153
第5章 大气环境及污染控制	154
5.1 大气结构与组成	154
5.1.1 大气的结构	154
5.1.2 大气的组成	157
5.2 大气污染及其危害	158
5.2.1 大气污染	158
5.2.2 大气污染物	159
阅读材料: 城市雾霾	162
5.2.3 大气污染的危害	164
阅读材料: 雾霾缩短中国北方人五年半寿命	165
5.2.4 我国大气污染现状和展望	166
5.3 空气质量控制标准	167
5.3.1 环境空气质量控制标准	167
5.3.2 空气质量指数	169
阅读材料: 同一站点 $PM_{2.5}$ 浓度高于 PM_{10} 浓度正常吗?	171
5.4 大气污染控制技术	172
5.4.1 颗粒物污染物的控制	172
5.4.2 气态污染物的控制	176
5.4.3 典型大气污染物治理技术	180
阅读材料: 广东 14 市全面完成国 V 标准油品置换	185
5.5 室内空气污染控制	186
5.5.1 室内空气污染及来源	186
阅读材料: 室内装修污染大调查	187
5.5.2 污染控制	188

思考题	191
主要参考文献	192
第6章 土壤污染控制与修复	193
6.1 土壤概述	193
6.1.1 土壤的定义	193
6.1.2 土壤的基本组成	194
6.1.3 土壤的形成	196
6.1.4 土壤的性质	197
6.1.5 土壤的分类	199
6.2 土壤污染及其危害	200
6.2.1 土壤污染概述	200
6.2.2 土壤环境质量标准	204
6.2.3 国内外土壤污染状况	206
6.2.4 土壤污染的影响和危害	208
阅读材料: 北京宋家庄地铁站施工中毒事件	209
6.3 土壤污染控制与修复	210
6.3.1 土壤污染控制	210
6.3.2 土壤污染修复	211
阅读材料: 让污染农田土壤“边生产-边修复”	218
6.3.3 污染土壤修复技术集成	220
6.3.4 污染土壤修复工作程序	220
阅读材料: 奥运场馆见证土壤修复奇迹	222
6.4 镉米风波与农产品安全	223
6.4.1 镉米风波	223
6.4.2 农产品安全	224
思考题	227
主要参考文献	228
第7章 固体废物污染控制	229
7.1 固体废物及其污染	229
7.1.1 固体废物概述	229
7.1.2 固体废物的污染途径及危害	232
7.1.3 固体废物污染控制原则	233
7.2 固体废物处理技术	237

7.2.1 固体废物的预处理技术	237
7.2.2 固体废物的生物处理技术	240
7.2.3 固体废物的热处理技术	242
阅读材料: 垃圾焚烧风波及其出路	245
7.3 固体废物最终处置	247
7.3.1 固体废物的陆地处置	247
7.3.2 固体废物的海洋处置	250
阅读材料: 太平洋垃圾大板块	252
7.4 生活垃圾处理与资源化	253
7.4.1 生活垃圾概述	253
阅读材料: 白色污染与“限塑令”	254
7.4.2 生活垃圾处理	255
7.4.3 生活垃圾资源化	256
7.5 电子垃圾污染控制	257
7.5.1 电子垃圾污染概述	257
7.5.2 电子垃圾处理与处置	258
阅读材料: 清远——从家庭作坊到工业园建设	259
7.5.3 电子垃圾污染场地修复	260
思考题	261
主要参考文献	261
第8章 环境物理性污染控制	263
8.1 噪声污染	263
8.1.1 噪声概述	263
8.1.2 噪声的危害	268
8.1.3 噪声污染控制	270
阅读材料: 噪声利用	271
8.2 振动污染	273
8.2.1 振动概述	273
8.2.2 振动的危害	274
阅读材料: 地铁振动扰民之忧	274
8.2.3 振动污染控制	275
8.3 光污染	277
8.3.1 光污染概述	277

8.3.2	光污染的危害	278
8.3.3	光污染的防治	280
8.4	放射性污染	281
8.4.1	放射性污染概述	281
8.4.2	放射性污染的危害	284
8.4.3	放射性污染的防治	285
	阅读材料: 福岛核电事故	288
8.5	电磁辐射污染	289
8.5.1	电磁辐射污染概述	289
8.5.2	电磁辐射污染的危害	291
8.5.3	电磁辐射污染控制	292
	阅读材料: 日常生活中电磁辐射防护要点	293
8.6	热污染	294
8.6.1	热污染概述	294
8.6.2	热污染的危害	294
8.6.3	热污染的防治	296
	思考题	297
	主要参考文献	297
第9章	环境管理及技术支撑	298
9.1	环境管理概述	298
9.1.1	环境管理的内涵	298
9.1.2	环境管理的手段	299
	阅读材料: 农村环境污染与环境管理缺失	300
9.2	环境管理的法制建设	301
9.2.1	环境法的产生及作用	301
9.2.2	环境法的体系与实施	302
9.2.3	环境法律责任	305
	阅读材料: 紫金矿业重大环境污染事故案	305
9.2.4	环境管理的基本制度	307
9.3	环境管理的技术支撑	309
9.3.1	环境监测	309
9.3.2	环境评价	311
9.3.3	环境规划	312

9.3.4 环境统计	312
9.4 环境管理体系	313
9.4.1 环境管理体系发展历程	313
9.4.2 环境管理体系审核方法	315
9.4.3 环境管理体系指导原则	315
思考题	317
主要参考文献	317
第 10 章 环境保护职业与产业	318
10.1 环保组织机构	318
10.1.1 环保行政机构	319
10.1.2 环保企事业单位	320
10.1.3 环保民间组织	320
阅读材料：地球一小时	322
10.2 节能环保产业	323
10.2.1 节能环保产业概述	324
10.2.2 节能环保产业的发展意义	327
10.2.3 节能环保产业的市场规模	328
10.2.4 节能环保产业的发展趋势	330
阅读材料：日企组团到南海推介节能环保产业	331
10.2.5 节能环保产业的人才需求	332
思考题	333
主要参考文献	334

第1章 绪 论

本章导读：本章从环境的概念出发，简要介绍了人与环境相互作用的核心规律——人与环境和谐，结合地球圈层的结构讨论了大气圈、水圈、生物圈、岩石圈和土壤圈中人类所面临的环境问题，最后总结了环境科学与工程学科的学科内涵、研究方法、学科方向及其发展概况。

1.1 人与环境的和谐

环境（environment）是指以某一中心事物为主体的外部世界，是主体与周边相关客体的集合。客体可以是物质的、精神的和运动的。周边包含地域和非地域的概念，根据主体的影响能力，有一定的“辐射半径”。也就是说，环境是相对中心事物而言的，与某一中心事物有关的事物，就是这个中心事物的环境。

1.1.1 人类环境的概念及分类

人与环境系统中的人一般是指人的群体，是指具有不同文化水平和不同社会组织程度的人的群体，可以将其简称为“文化人”、“文明人”或“社会人”。对人类来说，环境是指人类赖以生存和发展的物质条件的整体，包括自然环境和社会环境（或称人工环境）。自然环境是人类生活和生产所必需的自然条件和自然资源的总称，即阳光、温度、气候、地磁、空气、水、岩石、土壤、动植物、微生物及地壳等自然因素的总和。而社会环境是人类在自然环境的基础上，为不断提高物质和精神生活水平，通过长期有计划、有目的的发展，逐步创造和建立起来的一种人工环境，即由人工形成的物质、能量和精神产品及人类活动中所形成的人与人之间的关系——上层建筑。社会环境是人类物质文明和精神文明发展的标志，它随经济和科学技术的发展而不断地变化。社会环境的发展受到自然规律、经济规律和社会发展规律的支配和制约。社会环境的质量对人类的生活和工作，对社会的进步都有极大的影响。以人为中心的环境既是人类生存与发展的终极物质来源，又同时承受着人类活动产生废弃物的各种作用。

2014年发布的新版《中华人民共和国环境保护法》对环境的概念作了具体的规定，指出：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工