

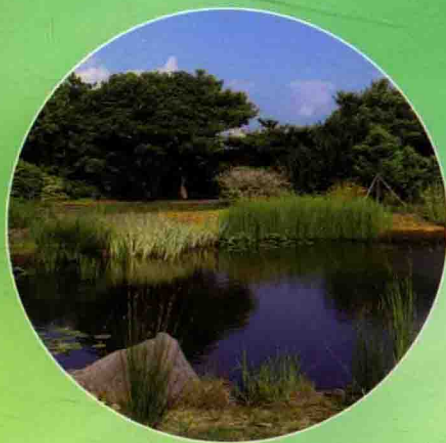


普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

环境科学概论

第二版

朱鲁生 主编



 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

环境科学概论

第二版

朱鲁生 主编

中国农业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

环境科学概论/朱鲁生主编. —2 版. —北京:
中国农业出版社, 2016. 3

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等
农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-21478-1

I. ①环… II. ①朱… III. ①环境科学—高等学校—
教材 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 039563 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 李国忠

北京中新伟业印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2005 年 11 月第 1 版 2016 年 3 月第 2 版

2016 年 3 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.5

字数: 462 千字

定价: 36.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第二版编者

主 编 朱鲁生 (山东农业大学)

副主编 徐玉新 (山东农业大学)

王金花 (山东农业大学)

陈玉成 (西南大学)

李 元 (云南农业大学)

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王 军 (山东农业大学)

王玉军 (山东农业大学)

王金花 (山东农业大学)

朱鲁生 (山东农业大学)

刘鸣达 (沈阳农业大学)

李 元 (云南农业大学)

沈国清 (上海交通大学)

陈玉成 (西南大学)

陈立新 (东北林业大学)

徐玉新 (山东农业大学)

第一版编者

主 编 朱鲁生 (山东农业大学)

副 主 编 徐玉新 (山东农业大学)

陈玉成 (西南大学)

李 元 (云南农业大学)

陆贻通 (上海交通大学)

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王 军 (山东农业大学)

王玉军 (山东农业大学)

朱鲁生 (山东农业大学)

刘鸣达 (沈阳农业大学)

李 元 (云南农业大学)

李淑芹 (东北农业大学)

邸 利 (甘肃农业大学)

沈国清 (上海交通大学)

陆贻通 (上海交通大学)

陈玉成 (西南大学)

陈立新 (东北林业大学)

徐玉新 (山东农业大学)

第二版前言

《环境科学概论》第一版自2005年由中国农业出版社发行以来,被山东农业大学、西南大学、云南农业大学等作为教材和硕士研究生入学考试参考用书。该书是环境科学和环境工程专业的基础课程,也是非环境专业普及环境科学知识的必要课程。本书第一版编写过程中,重视整体上对环境科学理论体系和基本知识的把握,坚持理论联系实际的方针,贯彻科学发展观与我国环境保护基本国策精神,突出了循环经济、农产品安全、生物安全、生态规划、农业污染与防治、生物监测与快速监测等特色。

进入21世纪的人类社会面临着更加严峻的环境与发展的挑战,环境问题的国际化和全球化日益加剧,许多国家开始探索通过环境教育来谋求环境保护和改善。《中国21世纪议程》中明确提出“要加强受教育者的可持续发展意识的灌输,在大中小学课程中纳入资源、生态、环境和可持续发展的内容,将可持续发展的思想贯穿于从初等到高等的整个教育过程中。”加强环境教育离不开一本优秀的教材。经过10年的实践,本书的读者和编者都感到有必要对原教材进行修订,补充一些必要的内容,追踪反映环境科学发展的最新动态和发展趋势。这些,就是本书修订再版的背景。在中国农业出版社的鼎力支持下,2015年2月启动修订工作,经过近10个月的努力,完成了修订稿。

修订稿对原书内容做了如下修改和更新:

(1) 鉴于部分资料比较陈旧,每一章、节的陈旧数据、图、表、引文内容等均进行了更新。

(2) 根据环境科学的发展和教学一线的信息反馈,多个章、节增加了新的内容。比如第二章“水污染及其防治”新增了有关湿地处理废水、微藻处理废水和生物指示池的相关内容;第三章“大气污染及其防治”中增加了 $PM_{2.5}$ 、空气污染指数、雾霾天气、汽车内空气质量、烟气脱硝、机动车尾气治理和减少碳排放的相关内容,体现了大气污染关注的新热点问题,更贴近我国的生活和生产现实;第四章“土壤污染及其防治”更新了土壤污染修复方面的内容;第五章“固体废物处理与资源化”充实了有害固体废弃物、废电池回收管理、垃圾焚烧发电

等内容；第六章“物理性污染及其控制”增加了第三节“放射性污染及其控制”；第十二章“可持续发展战略”重点补充了我国“十一五”、“十二五”期间实施清洁生产、循环经济的法律法规以及相关政策等。

(3) 为了使本书内容更加简洁，提高教学效率，对部分章、节的内容进行了精简和整合。比如第八章“农产品安全与人体健康”合并了“农产品安全”与“保障农产品安全的对策”的内容，删减了关于绿色壁垒的相关内容，删除了国内外有关农产品质量安全的技术指标体系和关于农产品层次的介绍；考虑到国家对环境影响评价越来越重视，第十章“环境监测与评价”中“环境质量评价”部分单独列出，相应地删除原第十章第六节中“环境影响评价”的内容；第十一章“环境管理”中的环境管理的理论部分内容进行了压缩和精简。

(4) 对本书第一版中的一些错误和疏漏也都做了订正。

《环境科学概论》第二版由朱鲁生主编，修订的具体编写分工是：第一章朱鲁生，第二章王金花、朱鲁生，第三章王金花，第四章陈立新、王金花，第五章刘鸣达，第六章王玉军，第七章陈玉成，第八章王军，第九章李元，第十章沈国清，第十一章陈玉成、徐玉新，第十二章徐玉新。

第二版修订中，全书由朱鲁生、王金花和徐玉新修改统稿，最后由朱鲁生和王金花定稿。

本书既可作为普通高等学校环境科学与环境工程本科专业的教材使用，也适用于高等院校非环境类专业开设环境科学方面通识课的教材，还可作为从事环境保护工作者的参考书。

本书修订过程中更新参考了大量的文献资料，在此向有关文献原作者谨表谢忱！本教材被列为普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材，并由中国农业出版社组织编写和出版，编写中得到各参编单位的大力支持，在此一并致谢！

向多年来关心、支持本教材的所有师生和朋友表示感谢！不足之处在所难免，敬请大家批评、指正！

编者

2015年12月于泰山

第一版前言

20 世纪以来,科学技术的发展突飞猛进,使人类利用和改造自然的能力大大提高,人类创造了前所未有的物质财富,加速推进了文明发展的进程。与此同时,人口剧增、资源过度消耗、环境污染、生态破坏和南北差距扩大等日益突出,对环境的污染与破坏不仅局限于某一国家和地区,诸如酸雨区的扩展、臭氧层破坏、温室效应、生物多样性锐减等全球性环境问题已影响到整个世界范围,严重地阻碍着社会经济的发展和人民生活质量的提高,继而威胁着全人类的未来生存和发展,已引起世界各国极大的关注。进入 21 世纪的人类社会面临着更加严峻的环境与发展的挑战,在这一挑战面前,许多国家开始探索通过环境教育来谋求环境保护和改善。《中国 21 世纪议程》中明确提出:“要加强受教育者的可持续发展意识的灌输,在大中小学课程中纳入资源、生态、环境和可持续发展的内容,将可持续发展的思想贯穿于从初等到高等的整个教育过程中。”1996 年,由国家环境保护总局、中共中央宣传部和国家教育委员会联合发布了《全国环境宣传教育行动纲要(1996—2010)》,标志着我国环境教育开始向规范化、制度化的方向发展。

加强环境教育离不开一本优秀教材,《环境科学概论》是环境科学和环境工程专业的基础课程,也是非环境专业普及环境知识的必要课程。

本教材编写过程中,重视整体上对环境科学理论体系和基本知识的把握,博采众长,力求把握该学科的知识性、系统性和适用性,追踪反映环境科学发展的最新动态和发展趋势。坚持理论联系实际的方针,贯彻科学发展观与我国环境保护的基本国策精神。突出了循环经济、农产品安全、生物安全、生态规划、农业污染与防治、生物监测与快速监测等特色。

本教材由朱鲁生主编,具体编写分工是:第一章朱鲁生,第二章邸利、朱鲁生,第三章李淑芹,第四章陈立新,第五章刘鸣达,第六章王玉军,第七章陈玉成,第八章王军、朱鲁生,第九章李元,第十章陆贻通、沈国清,第十一章陈玉成、徐玉新,第十二章徐玉新。

全书由朱鲁生、徐玉新、王玉军和王军修改统稿,最后由朱鲁生和徐玉新

定稿。

本教材既可作为普通高校环境科学与环境工程本科专业必修课教材，也适用于高等院校非环境类专业开设选修课教材，还可作为从事环境保护工作的科技人员的参考书。

本教材在编写过程中参考了大量的文献资料，在此向有关专家、学者谨表谢忱！本教材被列为全国高等农业院校“十五”规划教材之一，并由中国农业出版社组织编写和出版，编写中还得到各参编单位的大力支持，在此一并致谢！

环境科学正处在发展过程中，学科领域非常广泛，编者学识所限，不足之处在所难免，敬请各位专家、学者批评、指正。

编者

2005年8月于泰山

目 录



第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 环境及环境问题	1
一、环境	1
二、环境问题	2
三、我国的环境状况	5
第二节 环境科学	5
一、环境科学的研究对象及特点	5
二、环境科学的基本任务与研究内容	6
三、环境科学的分支学科及其与相邻学科的关系	6
四、环境科学的形成与发展	7
第三节 环境保护	7
一、环境保护的发展历程	7
二、环境保护的任务、目的和内容	9
三、环境保护是我国的一项基本国策	9
复习思考题	9
第二章 水污染及其防治	10
第一节 水资源及其在环境中的重要作用	10
一、水资源概述	10
二、全球水资源状况	10
三、我国水资源状况与利用中的问题	11
四、水在环境中的重要性	12
第二节 水质、水质指标与水质标准	12
一、水质	12
二、水质指标与标准	13
第三节 水体污染与水体自净	16
一、水体与水体污染	16
二、水体中主要的污染物及其危害	16

三、水体自净	23
四、水环境容量	26
第四节 水污染防治	27
一、水污染防治的对策	27
二、常用的废水处理方法与流程	28
复习思考题	35
第三章 大气污染及其防治	36
第一节 大气组成与结构	36
一、大气组成	36
二、大气结构	37
第二节 大气污染及污染源	38
一、大气污染	38
二、大气污染源	40
三、大气中主要污染物	41
四、空气污染指数和空气质量指数	44
五、光化学烟雾	45
六、雾霾天气	46
七、室内空气污染	47
八、车内空气污染	49
第三节 大气污染的影响	50
一、大气污染对人体健康的影响	50
二、大气中主要污染物对农业的影响	51
第四节 全球大气环境问题	52
一、酸雨	52
二、臭氧层破坏	55
三、全球气候变暖	58
第五节 大气污染综合防治	61
一、大气污染控制技术概述	61
二、大气污染综合防治	67
复习思考题	69
第四章 土壤污染及其防治	70
第一节 土壤在环境中的重要性	70
一、土壤是植物生长繁育和生物生产的基础	70
二、土壤在地球表层环境系统中的地位和作用	71
三、土壤环境元素背景值与土壤环境容量	71
第二节 土壤污染	72
一、土壤污染的概念与特点	72

二、土壤中主要污染物及土壤污染源	73
三、土壤污染的危害	74
四、土壤的自净作用	76
第三节 主要污染物在土壤中的迁移转化机理	76
一、重金属在土壤中的迁移转化机理	76
二、有机污染物在土壤环境中的迁移转化机理	78
第四节 土壤污染修复	82
一、土壤污染修复技术	82
二、土壤重金属污染修复	84
三、土壤有机污染修复	85
复习思考题	86
第五章 固体废物处理与资源化	87
第一节 固体废物概述	87
一、固体废物及其分类	87
二、固体废物对环境的影响	90
三、固体废物污染防治的技术策略	92
四、固体废物的环境管理	93
第二节 固体废物的处理与处置	94
一、固体废物的物理处理	94
二、固体废物的化学处理	98
三、固体废物的生物处理	99
四、固体废物的最终处置	99
第三节 固体废物的资源化	101
一、固体废物的资源化	101
二、固体废物中有用材料的回收利用	101
三、固体废物中可生物转化产品的回收	104
四、固体废物中热转化产品的回收	107
复习思考题	109
第六章 物理性污染及其控制	110
第一节 噪声污染及其防治	110
一、环境噪声污染的概念	110
二、噪声的来源与危害	110
三、噪声的物理量度与评价量	112
四、噪声污染控制技术	116
五、声学环境综合整治对策	118
第二节 电磁污染及其防治	120
一、电磁污染的来源	120

二、电磁辐射的机理	121
三、电磁污染的传播途径	121
四、电磁污染的危害	122
五、电磁污染的防治	122
第三节 放射性污染及其控制	123
一、放射性的基础知识	123
二、环境中放射性的来源	125
三、放射性污染的危害	127
四、放射性废物的分类	128
五、放射性污染的控制	129
第四节 光污染及其控制	129
一、光污染及其来源	130
二、光污染的危害	130
三、光污染的防护	130
第五节 热污染及其防治	130
一、城市热岛效应	131
二、水体热污染	131
三、热污染的防治	131
复习思考题	132
第七章 农业污染及其防治	133
第一节 化肥污染及其防治	133
一、我国农田化肥使用现状	133
二、化肥对环境的污染	134
三、化肥污染的防治对策	136
第二节 农药污染及其防治	138
一、我国农药使用现状	138
二、农药对环境的污染	138
三、农药污染的防治对策	140
第三节 农膜的污染及其防治	141
一、我国农膜使用现状	142
二、农膜对环境的污染危害	142
三、影响土壤残膜总量的因素	143
四、我国农膜污染的原因	143
五、农膜污染的防治对策	144
第四节 畜禽养殖污染及其防治	145
一、畜禽养殖对环境的污染	145
二、我国畜禽养殖污染防治存在的主要问题	147
三、畜禽养殖污染的防治对策	150

复习思考题	152
第八章 农产品安全与人体健康	153
第一节 农产品安全	153
一、农产品安全概述	153
二、农产品安全现状与趋势分析	154
三、农产品安全工作的主要任务和措施	157
第二节 农产品中有害物质与人体健康	160
一、污染物对人体健康的影响概述	160
二、农药残留对人体健康的影响	166
三、重金属污染与人体健康	168
四、硝酸盐和亚硝酸盐与人体健康	170
五、其他污染物对人体健康的影响	173
复习思考题	174
第九章 生态保护与生态建设	175
第一节 生态学基础	175
一、生态学的概念	175
二、生态系统	177
三、生态平衡	185
第二节 生态保护	187
一、生态保护	187
二、自然保护	188
三、生物多样性保护	189
第三节 生物安全	192
一、生物安全的概念	192
二、生物入侵与生物安全	193
三、转基因生物与生物安全	196
第四节 生态农业	200
一、农业发展与农业模式	200
二、生态农业	202
第五节 生态建设与规划	208
一、生态建设的概念	208
二、生态规划的概念和编制程序	210
三、生态建设的指标体系	213
复习思考题	218
第十章 环境监测与评价	219
第一节 环境监测分类及基本原则	219

一、环境监测的目的和分类	219
二、环境监测的基本原则	221
三、环境监测的基本程序	222
第二节 环境监测的质量体系	223
一、环境监测的质量保证	223
二、环境监测的质量控制	224
第三节 常用环境监测方法	225
一、化学分析法	225
二、仪器分析法	226
第四节 生物监测	228
一、生物监测技术的基本原理	229
二、水污染生物监测	229
三、大气污染生物监测	230
四、土壤污染生物监测	231
五、现代生物监测技术	232
第五节 农产品有害物质快速监测	233
一、生物法	233
二、化学法	235
第六节 环境质量评价	236
一、环境质量评价的基本概念	236
二、环境质量评价的类型	236
三、环境质量标准	237
四、环境质量现状评价	237
复习思考题	240
第十一章 环境管理	241
第一节 环境管理概述	241
一、环境管理的概念	241
二、环境管理的特点	242
三、环境管理的类型	242
四、环境管理的理论	243
五、环境管理的手段	244
第二节 环境管理制度	246
一、环境影响评价制度	246
二、“三同时”制度	249
三、排污收费制度	249
四、环境保护目标责任制度	250
五、城市环境综合整治定量考核制度	251
六、排污申报登记与排污许可证制度	252

七、污染集中控制制度	252
八、限期治理制度	253
九、环境信息公开与公众参与制度	254
第三节 环境法概述	254
一、环境法体系	255
二、环境诉讼	257
三、环境行政复议	258
四、环境纠纷的非诉讼处理	258
第四节 环境规划概述	259
一、环境规划的概念与类型	259
二、环境规划的程序	259
三、环境规划的内容	261
第五节 环境经济	262
一、环境管理经济手段的含义	262
二、环境管理经济手段的作用	262
三、环境管理经济手段的种类	263
四、环境管理的补贴与奖励综合利用	264
复习思考题	265
第十二章 可持续发展战略	266
第一节 可持续发展概述	266
一、环境与发展的辩证关系	266
二、可持续发展的由来与内涵	267
第二节 可持续发展战略的实施	271
一、我国环境与发展十大对策	271
二、全球《21 世纪议程》和《中国 21 世纪议程》	272
三、清洁生产	273
四、循环经济	284
复习思考题	290
主要参考文献	291

第一章 绪 论

第一节 环境及环境问题

一、环境

所谓环境总是相对于某个中心而言的，它因中心事物的不同而不同，随中心事物的变化而变化。对环境科学来说，中心事物是人类，环境就是人类生存的环境。

人类的环境可以分为社会环境和自然环境两种。

社会环境是指人们生活的社会制度和上层建筑的条件，例如社会的经济基础及其相应的政治、法律、宗教、艺术、哲学观点、机构等。它是人类在物质资料生产过程中，共同进行生产而结合起来的生产关系的总和。

自然环境是指以自然界事物为主体的外部空间，以及直接或间接影响生物体或生物群体生存的一切事物的综合。它是人类赖以生存和发展的物质基础，包括大气圈、水圈、土壤圈、生物圈及岩石圈各圈层。

在环境科学中所讨论的环境主要指自然环境。

(一) 环境的概念

环境的含义是非常丰富的，在不同的学科中由于研究对象和内容的不同，对其概念的界定也不一样。下面从3个层次介绍环境的概念。

1. 哲学定义 从哲学的角度看，环境是一个相对概念，即环境是一个相对于主体而言的客体，它与其主体相互依存，因此其内容也随着主体的不同而改变。因此要正确把握环境的概念及其实质，首先要明确主体。

2. 科学定义 在环境科学中，环境是决定其学科性质、特点、研究对象和内容的最基本的概念。其科学定义的确立是以人类对环境问题的认识的逐步深入为前提的。对于环境科学而言，环境的定义应该是“以人类社会为主体的外部世界的总体”，此处所说的外部世界主要指人类已经认识到的、直接或间接影响人类生存与社会发展的周围事物。它既包括未经人类改造的自然界众多要素（例如阳光、空气、陆地、土壤、水体、天然森林、草原、野生生物等），又包括经过人类社会加工改造过的自然界（例如城市、村落、水库、港口、公路、铁路、空港、园林等）。

《中国大百科全书·环境科学卷》将环境定义为：“环境是指围绕着人群的空间及其中可以直接或间接影响人类生活和发展的各种自然因素和社会因素的总称。”

3. 工作定义 为了适应某些工作的需要，尤其是环境执法的需要，就必须明确环境的工作定义。它纯粹是从实际工作的需要出发，对环境一词的法律适用对象和范围所做的规定，其目的是保证法律的准确性及实施的可操作性。《中华人民共和国环境保护法》中规定：“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改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、湿地、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、