



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 环境科学概论

(第二版)

杨志峰 刘静玲 等 编著



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 环境科学概论

Huanjing Kexue Gailun

(第二版)

杨志峰 刘静玲 等 编著



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书是北京市普通高等教育精品教材和国家精品课程的建设成果,是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书凝聚了作者长期在环境科学领域教学研究与改革的成果,并融入国内外环境科学领域的教学、科研创新和发展动态。

全书以人-地环境复合系统理论为基础,以环境问题为导向,以整体论和综合性为科学方法指引,以化解环境危机为目标,系统构建了环境科学的基本概念、基础理论、技术与方法,并辅以与环境科学实践密切相关的案例分析。

本书可作为高等学校环境科学与工程及相关专业的本科生和研究生教材,也可以作为非环境专业的教材和参考书,同时还可用于高中师生、成人 在职培训与公众的环境教育。

### 图书在版编目(CIP)数据

环境科学概论/杨志峰等编著. —2版. —北京:高等教育出版社,2010.11

ISBN 978-7-04-030575-3

I. ①环… II. ①杨… 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(2010)第 184835 号

策划编辑	陈海柳	责任编辑	谭燕	封面设计	于文燕
责任绘图	尹莉	版式设计	马敬茹	责任校对	刘莉
责任印制	韩刚				

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a> <a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a> <a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
印 刷	北京市朝阳区展望印刷厂	畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787×960 1/16	版 次	2004年7月第1版 2010年11月第2版
印 张	33.25	印 次	2010年11月第1次印刷
字 数	620 000	定 价	44.60 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 30575-00

# 《环境科学概论》(第二版)编著委员会

(按姓氏音序排列)

郝芳华	李 巍	刘静玲	刘世梁	刘新会
宁大同	全向春	王红旗	王 烜	夏星辉
徐琳瑜	杨胜天	杨志峰		

## 第二版前言

---

《环境科学概论》第一版自2004年由高等教育出版社出版发行以来,被北京师范大学、北京交通大学、四川师范大学、中国矿业大学、中央民族大学、南昌大学、兰州大学、辽宁大学、东北师范大学、福建农林大学和华中农业大学等多所高校选作教材,与本教材配套的《环境科学概论多媒体教学课件》和《环境科学概论电子教案》也已分别于2006年和2008年由高等教育出版社正式出版发行。《环境科学概论》第二版于2008年入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材,修订工作也正式列入了日程。

6年前,《环境科学概论》率先在国内环境科学先导课程中通过环境案例研究、前沿动态和绿色卡片的教学设计,使环境科学与工程专业的学生了解环境科学的发展历程、核心理论、基本方法及最新科研成果,培养学生正确的环境伦理观和环境科学思维,提升了学生对环境保护专业的认识水平,调动了学生的积极性和创造性。

经过教学创新团队6年的建设,以立体化系列精品教材为支撑,北京师范大学的“环境科学概论”课程已经建设成为学校、北京市和国家三级精品课程,具有鲜明的特色与创新点:

**以问题为导向,意知行统一性:**重视以问题为导向和以学生为主体的教学理念,强调意知行统一,培养学生的专业精神,提供创新与发展空间。

**科研融入教学,具有综合性、前沿性与导引性:**紧密结合学科发展动态,广泛吸收现代环境科学与工程学科的最新成果,形成“学科发展—问题—分析原理、方法与实践”的课程结构。

**以案例为核心,集成优化教学模式:**多种教学方法的优化集成,建立学生创新能力培养的“学科前沿—案例分析—研究成果展示—专业导引”教学模式。

但是环境科学仍是一个年轻和发展迅速的学科,同时全球环境变化的挑战和我国节能减排政策与可持续发展战略的社会需求,使环境科学的理论、方法和实践都发生着深刻的变革,教材的修订与更新总是滞后于学科的发展。经过作者与高等教育出版社陈文和陈海柳女士的沟通,在她们的鼓励之下,我们认真讨论了修订大纲,经过一年来教师们艰苦的努力,同时吸纳了教学过程中2006—2009级环境科学与工程专业的学生们提出的宝贵建议,终于完成了本书的修订工作。

与第一版相比,第二版基本保留了第一版的框架和编写思路,精炼了语言和内容,更加突出重要的理论和知识点,对于重点章节进行了内容更新,将部分图和彩色照片计划放入配套电子教材中,案例研究更加展示学科前沿和国际视角,绿色卡片的更新主要是将最新的学科发展动态和热点领域反映在教材中。此外,根据国际发展态势,以公众参与替代了原来的环境教育。

本次修订内容融合了北京师范大学环境学院最新的教学和科研创新成果,凝聚了环境学院的集体智慧。具体分工如下:杨志峰和刘静玲负责撰写再版前言,并负责修订绪论、第1~7章和第9~12章;刘世梁负责修订第8章;徐琳瑜负责修订第13~16章;王烜负责修订第17~20章;刘静玲和王雪梅负责修订第21章;王雪梅、黄鲁霞、李希林、林璐、于晓婉、杨熠茹、荣镛、蔡虹、周文伟、姜荣和贾文晓参与绿色卡片的修订等工作;全书统稿由杨志峰和刘静玲完成。如6年前的情景再现,高等教育出版社陈文、陈海柳及谭燕编辑一直给予真诚的帮助。修订工作还得到科技部创新方法工作专项项目(2008IM020700)的资助,在此一并表示诚挚的谢意!

我们衷心感谢多年来对此教材给予关心和支持的所有朋友和师生,是你们让我们有了创新的无穷动力!希望大家对新版教材继续给予关爱,不吝赐教!

作者

2010年5月于北京师范大学曦园

# 第一版前言

---

环境科学自诞生之日起就是一门交叉性较强的学科,该学科的发展除了遵从其自身的发展规律外,还必须不断吸取其他相关学科的理论和方法,才能不断完善。随着可持续发展理论的提出和环境问题全球化影响的日趋显著,该学科在人类发展进程中的重要性日益凸显。它不仅与自然科学学科、工程学科紧密交叉,而且还与社会、管理、政治等人文学科相互渗透,从而使得当前环境科学学科的发展呈现出较强的综合性和交叉性特点。这就是为什么本书覆盖的领域和涉及的内容比较广泛的一个主要原因。经过40余年的发展历程,特别是可持续发展理论的提出和不断完善,使得现代环境科学特有的体系框架和基础理论日趋成熟。

北京师范大学环境学院的前身是成立于1983年的北京师范大学环境科学研究所。二十多年来,几代学者的艰苦努力与科学思想和实践的积累,为我国环境科学的发展和高等学校教材建设作出了贡献。

在奠基阶段,以环境教育学家刘培桐先生为代表的第一代学者曾培养了我国第一批环境科学领域的研究生;开展了我国环境质量评价项目和建设项目的环 境影响评价;组建了第一批环境类国家重点实验室;开创了以区域环境研究和地理空间分析为特色的环境地学研究领域。1985年,编写出版了国内第一本高等学校环境科学教材《环境科学概论》,并于1987年获国家教育委员会优秀教材奖,为我国的环境科学发展作出了开创性的贡献。

20世纪90年代,以环境评价与规划专家王华东教授为代表的第二代学者建立了我国第一个环境地理学博士点。鉴于环境科学的发展,于1994年对《环境科学概论》进行了修订,并一直沿用至今。

近年来,年青一代学者正以积极拼搏的精神再创辉煌。目前北京师范大学环境学院集科研、教学和人才培养于一体,拥有两个系、四个研究所、一个国家重点实验室、一个教育部重点实验室和博士后流动站;建立了环境科学,环境工程,人口、资源与环境经济学三个博士点,设立了环境科学和环境工程两个本科专业,形成了从本科、硕士、博士的完备人才培养体系;并以环境科学与水科学综合性应用基础研究为对象,探索国家急需的、以中国水问题和区域环境为重点的可持续发展战略与污染防治的理论和方法,在环境科学及其相关领域初步形成了自己的研究优势和特色。教材建设也已成为学科建设的重要组成部分。

本书就是在学科迅猛发展和社会巨大需求的大背景下,继承了刘培桐先生等老一辈环境工作者的环境地学思想和科学体系,针对目前环境科学理论和方法的发展趋势,结合多年来在环境科学领域的深入研究和探索实践,组织具有丰富教学经验、较高科研水平的优秀教师重新编写而成的,内容包含了北京师范大学环境学院几代学者二十多年来在环境科学领域的研究精华和经验积累。不仅继承和发扬了环境地学研究的特色,而且充分反映了流域和城市等重点研究领域的研究成果和发展趋势,以期加强环境科学学科建设和教材建设的相互促进与共同提高。编写中,我们努力把握环境学科发展趋势、前沿领域、热点问题和最新的研究成果,力求体现现代环境科学的理论框架和知识体系,探讨实现可持续发展社会(sustainable society)建立的有效途径。

全书以人类-地球环境复合系统的基本原理和环境科学相关理论基础为依据,系统论述了环境的发生、发展和人类活动对环境的影响,深入分析了环境问题的产生和原因。针对人类面临的全球环境危机,分析了环境科学技术、方法和应用,概述了环境管理理念与实践过程,以应对环境科学学科的综合性和复杂性挑战。

本书在内容设计和编排上具有如下特点:重视环境科学理论体系和基本知识的论述,使学生在概要了解环境科学理论体系的基础上,掌握基础理论和关键的知识点,提高自身的环境素质和基本能力,以利于后续专业课程的学习。为调动学生的学习兴趣,加深他们对有关知识的掌握和理解,本书特开辟绿色卡片、章后小结、案例研究、问题与讨论及阅读资源等栏目。绿色卡片(green card)主要介绍重要的理论、知识点和环境热点;章后小结(summary)对本章的主要内容进行归纳和总结,便于学生了解和掌握重点;案例研究(case study)是在选择国内外环境科学的经典案例和最新科研成果的基础上精心编写的,旨在为教师和学生提供思考和探究的空间;问题与讨论(problems and discussion)注重启发式和研究型的问题设计,为讨论课和研究性学习提供参考;阅读资源(reading sources)为教师的教学设计和学生基础理论的积累和基本技能的提高提供更多的技术支持。

本书编写分工如下:前言——杨志峰;第1、2章——杨志峰、刘静玲;第3、9章——刘静玲;第4、20、21章——王红旗;第5、6章——宁大同;第7章——宁大同、郝芳华;第8章——刘世梁;第10章——刘新会;第11章——程红光;第12章——夏星辉、杨胜天;第13、14、16章——李巍;第15、19章——全向春;第17章——郝芳华、王烜;第18章——徐琳瑜、杨志峰。全书由杨志峰、刘静玲统稿。

本书的编写获得了北京市教育委员会2003年北京市高等教育精品教材建设项目资助。



在本书编写过程中,得到了刘鸿亮院士的支持和帮助;齐晔教授对编写大纲的修订和第8章环境生态提出了宝贵的意见。舒艳、肖芳、李君、毛渭锋、李鹏、马宙宙、王伟波、姚治华、姚轶、杨姝文、张尚宣、张凤玲和周英英同学在资料收集、电脑编辑和图表绘制等方面,做了大量辅助性的工作,在此一并表示衷心的感谢!

由于时间紧迫,对于书中的不妥之处,敬请广大读者不吝赐教,以共同推动环境科学事业的发展和教科书水平的提高。

作者

2004年3月于北京师范大学

# 目 录

---

## 第一篇 环境与环境问题

<b>1 绪论</b> .....	3
1.1 环境及类型 .....	4
1.1.1 环境的概念 .....	4
1.1.2 类型 .....	5
1.1.3 环境的特性 .....	6
1.2 环境科学及其发展 .....	8
1.2.1 环境科学的形成与发展阶段 .....	8
1.2.2 环境科学研究对象 .....	12
1.2.3 环境科学的任务 .....	12
1.2.4 分支学科 .....	13
1.3 环境科学思想与方法论 .....	14
1.3.1 整体性 .....	14
1.3.2 系统性 .....	15
1.3.3 综合性 .....	16
1.3.4 复杂性 .....	16
1.4 学习目标与要求 .....	17
1.4.1 学习目标 .....	18
1.4.2 学习要求 .....	18
1.5 小结 .....	20
问题与讨论 .....	20
阅读资源 .....	20
<b>2 自然环境</b> .....	22
2.1 地球表层系统 .....	22
2.1.1 地球表层系统概述 .....	22
2.1.2 大地女神(Gaia)假说 .....	22
2.2 自然环境的圈层结构 .....	24

2.2.1 大气圈 .....	24
2.2.2 水圈 .....	25
2.2.3 岩石圈 .....	27
2.2.4 土壤圈 .....	28
2.2.5 生物圈 .....	29
2.3 自然环境中物质循环、能量流动与信息传递 .....	30
2.3.1 物质循环 .....	30
2.3.2 能量流动 .....	35
2.3.3 信息传递 .....	37
2.4 自然环境的地带性规律 .....	38
2.4.1 陆地生态系统分布规律 .....	39
2.4.2 水生生态系统的分布特征 .....	41
2.5 小结 .....	42
问题与讨论 .....	43
阅读资源 .....	43
<b>3 人工环境</b> .....	<b>44</b>
3.1 人工环境类型及特点 .....	45
3.1.1 人工环境的类型 .....	45
3.1.2 人工环境的特点 .....	45
3.2 城市环境 .....	46
3.2.1 城市 .....	46
3.2.2 城市化 .....	47
3.2.3 城郊过渡带 .....	48
3.3 乡镇与农村环境 .....	50
3.3.1 乡村环境 .....	50
3.3.2 乡镇企业 .....	51
3.3.3 人工种植和养殖基地 .....	51
3.4 水利环境 .....	52
3.4.1 水利工程 .....	52
3.4.2 生态水利 .....	53
3.5 交通环境 .....	54
3.5.1 交通线路与环境 .....	54
3.5.2 绿色交通 .....	55
3.6 人文环境 .....	56
3.6.1 人文环境特征 .....	56

3.6.2 名胜古迹的开发与保护 .....	57
3.7 小结 .....	58
案例研究 .....	59
问题与讨论 .....	61
阅读资源 .....	62
<b>4 人类活动与环境问题 .....</b>	<b>63</b>
4.1 人类发展与环境的关系 .....	63
4.1.1 人类与环境相互依存 .....	63
4.1.2 人类发展过程与环境 .....	64
4.1.3 人类发展与资源消费的平衡 .....	67
4.2 人类活动与环境危机 .....	69
4.2.1 环境问题的实质 .....	69
4.2.2 污染型环境问题 .....	72
4.2.3 资源短缺与耗竭型环境问题 .....	79
4.2.4 生态破坏与环境失衡 .....	81
4.3 环境与人类健康 .....	85
4.3.1 环境污染对人体健康的危害 .....	85
4.3.2 环境变化对人体健康的影响 .....	89
4.3.3 居住环境与人体健康 .....	91
4.4 小结 .....	92
案例研究 .....	93
问题与讨论 .....	95
阅读资源 .....	95
<b>5 全球环境变化 .....</b>	<b>97</b>
5.1 全球变暖 .....	102
5.1.1 温室效应及全球变暖 .....	102
5.1.2 未来全球变暖的可能情景 .....	103
5.1.3 全球变暖的可能影响及协调行动 .....	105
5.2 臭氧层耗竭 .....	107
5.2.1 臭氧层存在的意义 .....	109
5.2.2 大气臭氧层的形成及破坏 .....	109
5.2.3 臭氧层耗竭的潜在威胁 .....	111
5.3 酸雨危害加剧 .....	113
5.3.1 酸雨污染的态势 .....	113

5.3.2 酸雨的形成 .....	114
5.3.3 酸雨的危害 .....	116
5.4 全球生态系统退化 .....	117
5.4.1 森林与湿地萎缩 .....	117
5.4.2 生物多样性减少 .....	117
5.4.3 淡水资源匮乏 .....	118
5.4.4 土地退化及荒漠化 .....	118
5.5 环境安全及国际合作 .....	119
5.5.1 环境安全的概念 .....	119
5.5.2 环境安全的主要内容 .....	120
5.5.3 环境安全的国际合作 .....	123
5.6 小结 .....	124
案例研究 .....	125
问题与讨论 .....	126
阅读资源 .....	126

## 第二篇 环境科学的理论基础

6 环境伦理 .....	129
6.1 不同环境伦理观出现的背景及其发展 .....	130
6.1.1 中国古代朴素的“天人合一”观 .....	130
6.1.2 马尔萨斯的“人地矛盾”观 .....	130
6.1.3 人类中心论 .....	131
6.1.4 生物中心论 .....	131
6.1.5 地球整体论 .....	132
6.1.6 代际均等的伦理观 .....	132
6.2 环境道德观 .....	133
6.3 可持续发展的环境伦理观 .....	133
6.4 环境伦理的基本原则 .....	134
6.5 可持续发展 .....	137
6.5.1 几种代表性的发展模式 .....	137
6.5.2 可持续发展要旨 .....	138
6.5.3 可持续发展指标体系 .....	139
6.6 中国的可持续发展战略 .....	143
6.6.1 中国的必然选择 .....	143

6.6.2 生态、环境的发展趋势与面临的挑战 .....	144
6.6.3 面向可持续发展的环境对策 .....	147
6.7 小结 .....	150
案例研究 .....	150
问题与讨论 .....	151
阅读资源 .....	151
<b>7 环境地学</b> .....	<b>152</b>
7.1 环境地学的特点、地位与作用 .....	152
7.2 人-地环境复合系统 .....	154
7.2.1 气候系统与大气环境 .....	154
7.2.2 水环境与海洋环境 .....	159
7.2.3 其他圈层的作用与地位 .....	163
7.3 人-地环境复合系统的整体性及各圈层间的影响与响应 .....	164
7.3.1 人-地环境复合系统的整体性 .....	164
7.3.2 各圈层间及圈层内的相互作用 .....	165
7.3.3 人文过程的干扰 .....	166
7.4 小结 .....	166
案例研究 .....	167
问题与讨论 .....	169
阅读资源 .....	169
<b>8 环境生态</b> .....	<b>170</b>
8.1 环境生态学的概念和内涵 .....	171
8.1.1 环境生态学概念 .....	171
8.1.2 环境生态学的研究内容 .....	171
8.2 生态系统生态学 .....	172
8.2.1 生态系统结构与功能 .....	173
8.2.2 生态系统层级理论 .....	173
8.2.3 生物多样性 .....	175
8.2.4 生态系统演替 .....	177
8.3 干扰对生态系统的影响 .....	178
8.3.1 干扰类型及其内涵 .....	178
8.3.2 干扰与生态系统调控 .....	180
8.4 恢复生态学理论 .....	181
8.4.1 生态恢复的内涵和特征 .....	181

8.4.2 生态系统工程 .....	184
8.5 生态系统评价与管理 .....	185
8.5.1 生态系统服务功能及其评估 .....	186
8.5.2 生态系统管理与可持续发展 .....	188
8.6 小结 .....	192
案例研究 .....	192
问题与讨论 .....	197
阅读资源 .....	197
<b>9 环境物理 .....</b>	<b>199</b>
9.1 环境物理原理 .....	199
9.1.1 热力学定律 .....	199
9.1.2 物质守恒定律 .....	201
9.2 环境大气扩散理论 .....	202
9.2.1 大气扩散理论基础 .....	202
9.2.2 大气污染物扩散模式 .....	207
9.3 污染物在水中的扩散理论 .....	209
9.3.1 推流迁移 .....	210
9.3.2 分散作用 .....	210
9.3.3 污染物在水体中的扩散稀释模式 .....	211
9.4 以其他物质为介质的扩散规律 .....	214
9.4.1 声波在传播中的衰减规律 .....	214
9.4.2 污染物在土壤及地下水中的迁移扩散理论 .....	214
9.4.3 电磁波传播和衰减规律 .....	216
9.5 环境物理污染对流理论 .....	217
9.6 典型物理污染分析 .....	218
9.6.1 噪声污染 .....	218
9.6.2 电磁辐射 .....	220
9.6.3 其他物理污染 .....	221
9.7 小结 .....	223
案例研究 .....	224
问题与讨论 .....	226
阅读资源 .....	226
<b>10 环境化学 .....</b>	<b>227</b>
10.1 环境污染物的迁移转化规律 .....	227

10.1.1 挥发和吸附 .....	227
10.1.2 溶解和沉淀 .....	229
10.1.3 水解和配位 .....	229
10.1.4 氧化和还原 .....	231
10.1.5 光化学反应 .....	231
10.1.6 生物富集和转化 .....	234
10.2 环境污染物的生态效应 .....	237
10.2.1 汞和砷的生态效应 .....	237
10.2.2 多环芳烃的生态效应 .....	238
10.2.3 有机卤代物的生态效应 .....	238
10.2.4 复合污染物的生态效应 .....	239
10.3 小结 .....	240
案例研究 .....	241
问题与讨论 .....	244
阅读资源 .....	245
<b>11 环境经济学 .....</b>	<b>246</b>
11.1 环境经济学的历史与现状 .....	246
11.1.1 环境与经济的关系 .....	247
11.1.2 外部性理论与市场失灵 .....	249
11.1.3 环境质量与公共物品 .....	251
11.2 绿色核算 .....	253
11.2.1 国民经济核算 .....	253
11.2.2 环境与资源的核算方法 .....	255
11.3 环境的经济价值评估 .....	255
11.3.1 环境的费用效益分析 .....	256
11.3.2 费用函数与损害函数 .....	258
11.3.3 环境质量的效益评价技术 .....	261
11.4 环境经济手段 .....	264
11.4.1 环境管理中的经济手段 .....	264
11.4.2 环境经济手段的应用 .....	266
11.5 小结 .....	267
案例研究 .....	267
问题与讨论 .....	272
阅读资源 .....	272



## 第三篇 环境科学技术与方法

<b>12 环境监测</b> .....	275
12.1 环境监测的目的和分类 .....	275
12.1.1 环境监测的目的 .....	275
12.1.2 环境监测的分类 .....	276
12.2 环境监测的要求和特点 .....	277
12.2.1 环境监测的要求 .....	277
12.2.2 环境监测的特点 .....	278
12.3 环境监测标准与指标 .....	280
12.3.1 环境监测标准 .....	280
12.3.2 环境监测指标 .....	280
12.4 环境监测方案的制订 .....	284
12.4.1 地表水质监测方案的制订 .....	284
12.4.2 大气污染监测方案的制订 .....	288
12.4.3 土壤污染监测方案的制订 .....	289
12.5 环境监测技术 .....	290
12.5.1 样品预处理技术 .....	290
12.5.2 污染物的测试技术 .....	291
12.6 环境遥感监测技术 .....	293
12.6.1 遥感技术在环境监测工作中的优势 .....	294
12.6.2 环境遥感监测方法 .....	294
12.7 小结 .....	300
案例研究 .....	301
问题与讨论 .....	305
阅读资源 .....	306
<b>13 环境评价</b> .....	307
13.1 环境评价的分类和特征 .....	307
13.1.1 按时间要素划分 .....	307
13.1.2 按评价对象划分 .....	308
13.1.3 按评价要素划分 .....	308
13.2 环境评价的目的 .....	308
13.3 环境质量现状评价 .....	309
13.3.1 环境质量现状评价的内容和程序 .....	309