

高等学校教材

环境地学

赵 焯 主编



高等教育出版社

高等学校教材

环 境 地 学

赵 焯 主编



高等教育出版社

内容提要

本书共分12章,第1章重点讲述环境与环境问题的概念,环境地学的研究对象、研究内容、研究方法及学科体系;第2章讲述地球环境系统的外围空间——太阳系、地球-月球的运动,地球环境系统的物质组成及其演化,地球环境系统与人类社会的相互关系;第3、4、5、6、7、8章分别讲述了大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈、生物圈和智慧圈子系统的组成与结构以及物质运动的变化规律,还有人类活动对这些圈层子系统的影响;第9、10章分别叙述了地球环境系统中自然资源利用及其对环境的影响,自然灾害及其对环境的影响;第11章讲述了地球环境系统中物质循环类型及其主要驱动力,以及碳、氮、磷、硫、微量养分和有毒有害物的循环过程及其特征;第12章介绍了环境地学调查、环境监测基础、环境制图技术与方法,以及遥感技术在环境地学研究中的应用。

本书是高等院校环境科学类、环境与安全类、环境生态类各专业以及资源环境与城乡规划管理、地理信息系统、地球信息科学与技术、土地资源管理等专业的本科基础课程教材,也可供从事环境保护与生态建设、土地开发整理、资源科学、水土保持及荒漠化防治、环境教育等方面的专家学者作为研究与管理工作的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

环境地学/赵焯主编. —北京:高等教育出版社,
2007.9

ISBN 978-7-04-022068-1

I. 环… II. 赵… III. 环境地学—高等学校—教材
IV. X14

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第129621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	余杨	责任校对	杨凤玲
责任印制	陈伟光				

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 涿州市星河印刷有限公司

开本 787×960 1/16
印张 29
字数 550 000
插页 2

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2007年9月第1版
印次 2007年9月第1次印刷
定价 33.60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 22068-00

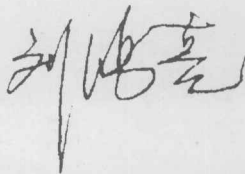
序

人类是地球环境长期发展演化的产物,地球环境是人类生存繁衍的物质基础,人类社会发展与地球环境的关系是对立统一的,环境问题也是人类与生俱来的永恒主题。“究天人之际,通古今之变”和“天地与我并生,万物与我为一”是中华文明的重要特征,也是当今可持续发展理念的源泉。环境地学正是研究人-地系统的组成结构与发展演化、调节与控制、改造与利用规律的学科,是环境科学的基础性分支学科。

北京师范大学环境学院赵焯教授在学习与继承老师们环境地学思想的基础上,结合长期教学、科学研究的实践与经验,编著了《环境地学》教材。此教材将人-地巨系统分解为生态系统、资源系统、社会经济系统三个部分,详细介绍了大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈、生物圈、智慧圈的物质组成、结构、时空分异规律;从自然资源、自然灾害与物质循环等方面分析了人类活动与地球环境系统的相互作用。教材在内容设计上很好地倡导了对自然规律、生命规律的认识和规范的地球道德观,并从空间的整体性、时间的持续性、阶层的协调性方面系统地介绍了地球环境系统中物质能量的迁移转化规律,展示了作者宽厚的学术功底以及教材的创新之处。教材还配备有开放式《环境地学电子教案》,其内容新颖,包含直观性环境地学图表 320 余幅;教材的课程体系完整,结构合理,符合认知规律,且教学方法先进,其中以增列思考题和个案分析的方式深化并拓宽了环境地学的教学内容,这些都是培养学生创新意识和科研能力的重要手段。

《环境地学》具有内容丰富、基本知识和理论结构完整、可读性和实用性强的特色,是一部能够体现当今国际环境地学发展趋势、符合国家现代化建设需求、面向高等教育改革方向、能有效提高教学质量的好教材。

中国工程院院士



2007年6月

前 言

人类居住的地球自内而外呈现圈层状构造,与我们关系最密切的是地球表层的岩石圈、水圈和大气圈,在它们相互作用、相互制约、相互渗透、相互转化的过程中又产生了生物圈及土壤圈,这五个圈层共同组成了人类赖以生存的自然环境。随着人类的诞生和不断发展又产生了智慧圈,即通过人类活动把自然环境改造成既包括自然因素也包括社会因素的生存环境。环境地学正是以人-地系统为对象,研究其发展、组成和结构,调节和控制,改造和利用的科学,也是环境科学中的基础性分支学科。

在20世纪后50年中,随着全球人口数量的翻番和全球经济总量的6倍增长,人类从地球环境中索取的资源量变得异常巨大,人类向地球环境排泄的废弃物量也愈来愈多,使得环境问题对人类社会的威胁和危害日益显著。近30年来,中国改革开放使社会经济和人民生活得到了全面的发展,获得了举世瞩目的辉煌成就,然而巨大的人口总量、粗放的发展模式、快速的工业化和城市化进程,使环境退化和能源短缺成为社会经济发展的“软肋”,淡水和耕地紧缺成为中华民族的“心腹之患”。对于发展过程中出现的上述资源与环境问题,需要从认识地球环境系统的基本规律、改变人类对环境的态度、优化社会经济的发展模式三个途径去解决,为此我国确立了科学发展观、建设资源节约型和环境友好型社会的策略,这是保障中国社会经济持续发展的新思路。在上述社会背景下再加上高等教育改革的稳步推进,自1998年以来,国内高等院校环境类专业如雨后春笋般涌现,环境科学已成为新世纪社会关注的热点之一。基于上述认识,本书是作者在学习和继承刘培桐教授、李天杰教授、王华东教授、许嘉琳教授的环境地学思想,总结近20年来本科生和研究生的“土壤地理学”、“自然地理学”、“环境学”和“环境地学”等课程的教学实践,并汇总主持完成的多项国家级、校级教学改革研究成果的基础上编写而成的。

由于各类高等学校设立环境类专业的背景和基础不同,再加上环境科学与地球科学又均属于研究领域广泛的综合性科学,使“环境地学”成为环境类专业本科教学的薄弱环节。目前该门课程还缺少相应的教材。在北京师范大学环境学院众多教授和高等教育出版社等多方支持和指导下,编者从环境科学教学角度集成地球科学的相关内容,提出了编写方案,后又经过同行专家的多次改进,最终编写完成书稿。首先衷心感谢中国工程院院士刘鸿亮教授在百忙之中审阅教材文稿,并提笔写序给作者以极大鼓励。在编写方案制订和书稿编写的过程中,北京师范大学环境学院院长杨志峰教授,副院长刘静玲教授、崔保山教授和

II 前 言

沈珍瑶教授从环境科学与工程的本科学士-硕士生-博士生通体培养角度给予了全面的指导;北京大学环境学院吴为中副教授,首都师范大学资源环境学院李晓秀教授,西北大学环境工程系马俊杰教授,国家环境保护总局华南环境科学研究所张玉环研究员,湖南师范大学国土学院郑云有副教授,美国得克萨斯州立大学夏永霞教授,北京师范大学环境学院呼丽娟老师、张平老师、战金艳博士、刘希涛博士、袁顺全博士、孙雷博士、赵丽硕士,浙江财经学院李武燕博士,河南大学环境与规划学院陈志凡老师也给予了热情的指导和帮助。

作者在环境地学研究与教学过程中得到了中国科学院生态环境研究中心主任曲久辉研究员、朱永官研究员、张利田副研究员,中国环境科学研究院郑丙辉研究员,国土资源部规划司司长胡存智教授,国家土地整理中心副主任鄢文聚教授,中国环境监测总站王文杰博士,中国农业大学张凤荣教授、孔祥斌教授,中国地质大学吴克宁教授,国家环境保护总局华南环境保护督察中心副主任岳建华博士的热情指导;中国环境监测总站罗海江博士、王昌佐博士,安徽省环境科学研究院殷福才院长,厦门市人大城市建设环境资源委员会关颜珠博士、北京市环境保护总站李金香硕士提供了相关资料;“环境地学”作为北京师范大学的精品课程,国家 973 计划项目(2007CB407302)和高等学校博士学科点专项科研基金项目(20050027022)也提供了广泛的科研实践,学校教务处和环境学院都给予了大力支持;这次编写任务能得以顺利完成,也得到了高等教育出版社领导及陈文、徐丽萍、陈海柳和谭燕编辑的大力支持。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,教材中的错误疏漏在所难免,希望使用本教材的老师、同学和其他读者给予批评指正。联络信箱:zhaoye@bnu.edu.cn

赵焯

2007年5月

“环境地学”

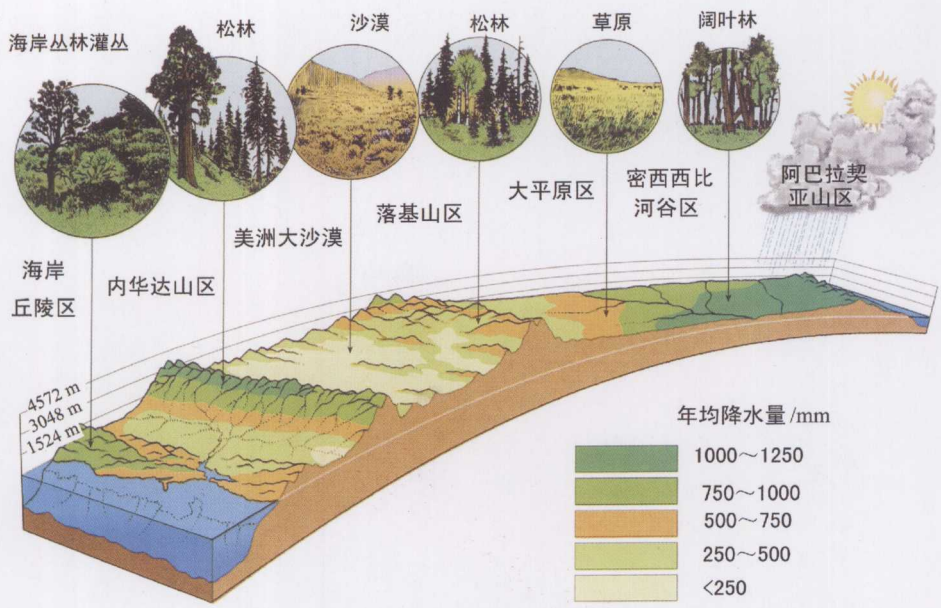
“环境地学”

“环境地学”

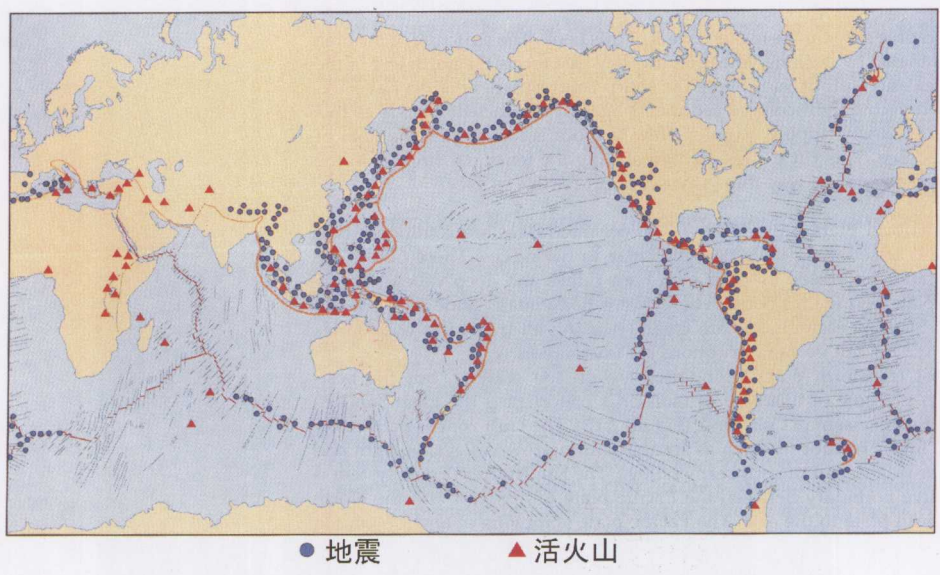
“环境地学”

“环境地学”

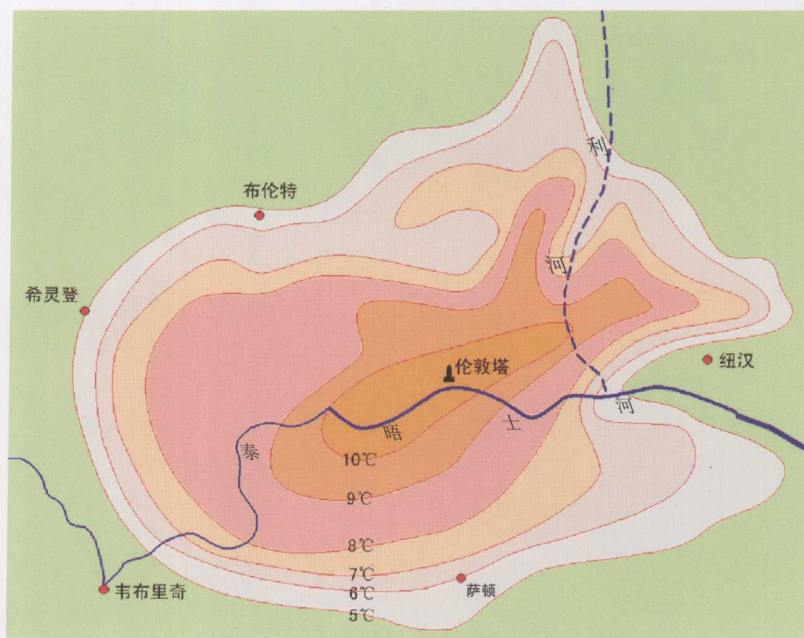
“环境地学”



彩图 1: 北美大陆生态系统的经度地带性示意图
 (据 G.T.Miller, 1996 年资料)



彩图 2: 全球活火山及地震分布带示意图
 (据 W.K.Hamblin, 1992 年资料)



彩图 3: 伦敦城市下垫面辐射温度均值图
 (据 H.E.Landsberg, 1981 年资料)



彩图 4: 北京西郊遥感影像图 (SPOT, 2004 年秋季)



1988年1月遥感影像



2000年1月遥感影像

彩图 5：云南省滇池沿岸遥感影像的比较分析
(据国家环境保护总局，2002 年资料)

目 录

第 1 章 环境地学总论	1
1.1 环境与环境问题	1
1.1.1 环境的概念	1
1.1.2 环境的组成	2
1.1.3 环境的特征	3
1.1.4 环境的类型	4
1.1.5 环境问题	4
1.2 环境地学	5
1.2.1 环境地学的概念	5
1.2.2 环境地学的分支学科及研究内容	6
1.3 环境地学的研究方法	8
1.3.1 野外调查与定位观测研究法	8
1.3.2 实验分析与实验模拟研究法	9
1.3.3 数理统计与 E-GIS 在环境地学中的应用	10
1.3.4 遥感技术在环境调查中的应用	10
1.4 思考题与个案分析	10
第 2 章 地球环境系统	11
2.1 地球环境系统的外围空间——太阳系	11
2.1.1 太阳系概况	11
2.1.2 太阳的物质组成和结构	11
2.1.3 行星及其运动	13
2.1.4 矮行星、小行星和彗星	17
2.2 地球-月球系统及其运动	18
2.2.1 月球概况	18
2.2.2 地球自转	20
2.2.3 地球公转	22
2.3 地球环境系统及其演化	25
2.3.1 地球环境系统概况	25
2.3.2 地球环境系统的组成结构	29
2.3.3 地核和地幔系统	29
2.3.4 地球表层系统	30

II 目 录

2.3.5 地球演化	31
2.4 地球环境系统中的物质和能量	31
2.4.1 物质形态、结构与质量	31
2.4.2 能量形态与质量	33
2.4.3 物质与能量的转化	33
2.4.4 物质与能量转化的一般规律	34
2.5 地球环境系统与人类社会的相互关系	34
2.5.1 人类是地球环境系统演化的产物	34
2.5.2 人类对地球环境系统的影响	35
2.5.3 地球环境系统对人类社会的影响	35
2.6 思考题与个案分析	37
第3章 大气圈子系统	38
3.1 大气圈的物质组成与结构	38
3.1.1 大气圈的组成	38
3.1.2 大气要素	39
3.1.3 大气圈的层结	40
3.2 大气圈中的能量	43
3.2.1 太阳辐射能	43
3.2.2 地表辐射平衡	43
3.2.3 气温场	46
3.2.4 气压场	47
3.3 大气运动	48
3.3.1 大气运动的驱动力	48
3.3.2 大气水平运动和垂直运动	49
3.3.3 大气环流	50
3.3.4 蒸发与凝结	52
3.3.5 大气降水	55
3.4 天气与气候	57
3.4.1 天气系统	57
3.4.2 气候系统	59
3.5 人类活动对大气圈的影响	63
3.5.1 温室气体及温室效应	63
3.5.2 大气污染	65
3.5.3 臭氧层耗损	71
3.5.4 影响大气污染的环境因素	72

3.5.5 城市小气候	76
3.6 思考题与个案分析	77
第4章 水圈子系统	79
4.1 水圈的物质组成及其演化	79
4.1.1 水圈概念	79
4.1.2 水圈的组成及其特征	80
4.1.3 水分循环	83
4.1.4 流域及其水量平衡	85
4.2 陆地水系统与湿地	86
4.2.1 河流	87
4.2.2 产流与面源扩散	90
4.2.3 湖泊与沼泽	93
4.2.4 地下水	94
4.3 海洋	97
4.3.1 海水的组成和理化性质	98
4.3.2 海水的运动	99
4.3.3 厄尔尼诺现象	102
4.3.4 海洋生物生活环境分区	104
4.4 冰川与冻土系统——冰冻圈	105
4.4.1 冰冻圈的概念	105
4.4.2 冰冻圈在全球变化研究中的作用	106
4.4.3 极地冰芯研究概况	108
4.4.4 冰冻圈陆地生态系统研究概况	110
4.5 人类活动对水圈的影响	112
4.5.1 对地表水循环的大气条件影响	113
4.5.2 对地表水量进行人为再分配	113
4.5.3 对水体的人为污染	114
4.5.4 超采地下水资源	116
4.5.5 人类活动引起的湿地退化	117
4.5.6 水环境净化与修复技术	118
4.6 思考题与个案分析	119
第5章 岩石圈子系统	120
5.1 岩石圈概况	120
5.1.1 大陆漂移学说	120
5.1.2 海底扩张学说	121

IV 目 录

37	5.1.3 板块构造学说	122
37	5.1.4 岩石圈上部——地壳	124
37	5.2 岩石圈的组成	125
37	5.2.1 地壳的化学元素丰度	125
37	5.2.2 主要矿物	126
38	5.2.3 主要岩石类型	134
38	5.3 岩石圈运动与演化历史	139
38	5.3.1 构造运动简介	139
38	5.3.2 岩层产状、褶皱与断层	141
38	5.3.3 生物化石与生物层序律	144
39	5.3.4 地壳演化简史	146
39	5.4 岩石圈的形态——构造地貌	148
39	5.4.1 地壳运动与地貌发育	149
39	5.4.2 构造地貌的类型	151
39	5.5 岩石圈的形态——外营力地貌	153
39	5.5.1 地貌外营力	153
39	5.5.2 流水作用与流水地貌	154
39	5.5.3 河流地貌	157
39	5.5.4 喀斯特作用与喀斯特地貌	161
39	5.5.5 风沙作用与风沙地貌	163
39	5.5.6 黄土地貌	164
39	5.5.7 冰川作用与冰川地貌	166
39	5.5.8 冻融作用与冻土地貌	167
39	5.5.9 海岸地貌	168
39	5.6 人类活动对岩石圈的影响	169
39	5.6.1 驱动岩石圈表面变化的人为活动	169
39	5.6.2 人为作用驱动力形成的地貌类型	170
39	5.6.3 人类活动改变了区域地貌发育的方向	171
39	5.6.4 人类改变区域地貌发育的速率	173
39	5.7 思考题与个案分析	174
39	第6章 土壤圈子系统	175
39	6.1 土壤与土壤圈	175
39	6.1.1 土壤的概念	175
39	6.1.2 土壤剖析	176
39	6.1.3 土壤圈在地球环境系统中的作用	178

6.1.4	土壤圈与人类社会的发展	179
6.2	土壤矿物	181
6.2.1	原生矿物	182
6.2.2	土壤矿物的形成与转化	185
6.2.3	土壤次生矿物	188
6.2.4	土壤化学元素组成	191
6.3	土壤有机质和土壤生物	195
6.3.1	土壤有机质的来源与组成	195
6.3.2	土壤腐殖质	196
6.3.3	土壤生物	198
6.4	土壤流体组分	201
6.4.1	土壤空气来源和组成	201
6.4.2	土壤热量状况	203
6.4.3	土壤温度状况	204
6.4.4	土壤溶液	205
6.4.5	土壤理化特性	208
6.5	土壤发生过程与土壤分类	214
6.5.1	成土因素学说	214
6.5.2	土壤形成过程	215
6.5.3	土壤分类简介	220
6.6	人类活动对土壤圈的影响	226
6.6.1	人类活动与土壤的相互关系	226
6.6.2	土壤健康评价	227
6.6.3	土壤退化及其防治技术	232
6.6.4	土壤污染及其生物修复技术	235
6.7	思考题与个案分析	238
第7章	生物圈子系统	239
7.1	生物圈的概况	239
7.1.1	生物圈的概念	239
7.1.2	生物圈的形成与演化	240
7.2	生物圈的组成	242
7.2.1	生物分类简介	242
7.2.2	生物与环境	247
7.2.3	生态因素对生物的影响	249
7.2.4	生物适应性和指示现象	255

VI 目 录

7.3	生物圈的空间结构	258
7.3.1	生态系统	258
7.3.2	生态系统类型	260
7.3.3	生态系统的空间分布规律	265
7.4	生物圈中的物质和能量转化	270
7.4.1	生物圈的化学组成	270
7.4.2	生物圈中化学循环的特征	274
7.4.3	生物圈中的能量流过程	274
7.4.4	生物圈的生产力及其空间分布	275
7.5	人类活动对生物圈的影响	277
7.5.1	人类与生物圈的相互作用	277
7.5.2	生物多样性变化	278
7.5.3	生物多样性保育	280
7.5.4	生物侵入及其防治对策	281
7.6	思考题与个案分析	282
第8章	智慧圈子系统	284
8.1	智慧圈及其发展演化	284
8.1.1	智慧圈的概念	284
8.1.2	智慧圈的形成与发展	284
8.1.3	智慧圈的组成	286
8.2	农业生产对环境的影响	287
8.2.1	农业生产的特征	287
8.2.2	农业生产对农用地环境的影响	289
8.2.3	农业生产对区域环境的影响	290
8.3	工业生产对环境的影响	291
8.3.1	工业生产的特征	291
8.3.2	工业生产对环境的影响	292
8.4	采掘业生产对环境的影响	295
8.4.1	采掘业生产的特征	295
8.4.2	采掘业生产对环境的影响	296
8.5	交通业对环境的影响	298
8.5.1	交通业生产的特征	298
8.5.2	交通业生产对环境的影响	298
8.6	能源使用对环境的影响	300
8.6.1	能源的概念	300

8.6.2	能源使用及其环境影响	301
8.7	大型跨流域调水工程对环境的影响	305
8.7.1	世界大型跨流域调水工程简介	305
8.7.2	大型跨流域调水工程的环境影响评价	306
8.8	人类社会与环境的协调发展	312
8.8.1	人类社会发展与环境的关系	312
8.8.2	循环经济与清洁生产	313
8.8.3	人类社会的可持续发展	317
8.8.4	人类社会发展的“B模式”	319
8.9	思考题与个案分析	320
第9章	地球环境系统中的自然资源	321
9.1	自然资源类型及特征	321
9.1.1	自然资源的概念及其分类	321
9.1.2	自然资源的特性	323
9.2	土地资源利用及其环境影响	325
9.2.1	土地资源概念	325
9.2.2	土地与环境的相互关系	326
9.2.3	土地利用及其环境影响	327
9.2.4	协调土地利用与生态环境建设的途径	330
9.2.5	土地整理与生态环境建设	331
9.2.6	土地利用总体规划战略环境影响评价	332
9.3	水资源利用及其环境影响	335
9.3.1	水资源概念	335
9.3.2	全球水资源的基本特点	337
9.3.3	中国水资源的基本特点	339
9.4	生物资源利用及其环境影响	341
9.4.1	生物资源概念	341
9.4.2	生物资源对污染物的吸收与积累	342
9.4.3	生物资源的利用与管护	346
9.5	矿产资源利用及其环境影响	347
9.5.1	矿产资源概念	347
9.5.2	矿产资源的分类	349
9.5.3	矿产资源及其环境污染	350
9.6	能源安全状况	352
9.6.1	全球能源安全状况	352

VIII 目 录

9.6.2	中国能源安全状况	353
9.7	旅游资源利用及其环境影响	354
9.7.1	旅游资源及其特点	354
9.7.2	旅游资源的类型	355
9.7.3	旅游活动及其环境影响	356
9.8	思考题与个案分析	359
第10章	地球环境系统中的自然灾害	360
10.1	自然灾害概述	360
10.1.1	自然灾害概念	360
10.1.2	自然灾害的特征	361
10.2	地质灾害及其环境影响	364
10.2.1	火山灾害	364
10.2.2	地震灾害	365
10.2.3	滑坡和崩塌	367
10.2.4	泥石流	368
10.3	气象水文灾害及其环境影响	369
10.3.1	旱灾	369
10.3.2	洪涝灾害	370
10.3.3	沙尘暴	371
10.4	土壤与生物灾害及其环境影响	372
10.4.1	土地荒漠化	372
10.4.2	森林火灾	374
10.4.3	农业病虫害	375
10.5	海洋灾害及其环境影响	376
10.5.1	台风灾害	376
10.5.2	海啸与风暴潮灾害	377
10.5.3	赤潮灾害	378
10.6	中国自然灾害特征	380
10.6.1	自然灾害对社会危害严重	380
10.6.2	灾害种类多,各类灾害的危险性均在增长	382
10.6.3	灾害链发性和群发性强,群灾共聚危害严重	384
10.6.4	自然灾害对社会经济的危害程度	384
10.7	思考题与个案分析	388
第11章	地球环境系统中的物质循环	389
11.1	物质循环过程概述	389