



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

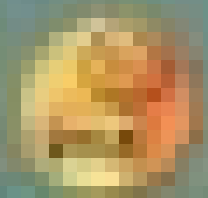
环境地质学

(第2版)

陈余道 蒋亚萍 朱银红 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



环境地质学

环境地质学

（第二版）

张中权 编著 李国平 主审



中国地质大学出版社



普通高等教育“十二五”规划教材

环境地质学

(第2版)

陈余道 蒋亚萍 朱银红 主编

北 京
冶金工业出版社
2011

内 容 提 要

全书共 14 章,可以分为四部分:第一部分为 1~2 章,第 1 章主要介绍环境地质学的基本原理与基本概念,指出了人口的指数增长是环境危机的首要问题,环境的保护需要伦理学规范;第 2 章介绍地球地质作用及物质组成如矿物、岩石、土壤和水等,强调地球是一个系统,提供必要的地质学基础知识。第二部分为 3~8 章,主要是阐述由于地质作用导致的环境地质问题,包括地震、火山爆发、河流与洪水、岩土块体运动、海岸作用、水文地球化学分带与地方病,主要从概念、类型、影响因素、效应以及预防等方面阐述这些问题。第三部分为 9~12 章,主要是阐述人类生产活动导致的环境问题,包括水资源开发利用、土地资源开发利用、矿产资源开发利用以及城市化引发的环境问题。第四部分为 13~14 章,主要介绍了地球系统科学范畴的全球气候变化问题,阐述了全球温度变化的历史记录,以及全球变暖可能产生的效应;另外介绍了环境地质学相关的法律法规,强调了环境地质学在法律事务中的重要性。

全书在每章的后面还附了关键术语(英文)、复习题、思考题,供读者在学习时参考。

本书可作为理科如化学、生物、地质、地理和物理,文科如人类学、经济学、人文地理学、文学、政治学和社会学等学科的教材。

图书在版编目(CIP)数据

环境地质学 / 陈余道, 蒋亚萍, 朱银红主编. —2 版—北京:
冶金工业出版社, 2011. 9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5024-5666-5

I. ①环… II. ①陈… ②蒋… ③朱… III. ①环境地质学
高等学校—教材 IV. ①X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 178618 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 王之光 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 王贺兰 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5666-5

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2004 年 7 月第 1 版, 2011 年 9 月第 2 版, 2011 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 14.75 印张; 359 千字; 221 页

29.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

第2版前言

环境地质学是一门应用学科，它使地质学与环境科学结合并在人类与自然环境相互关系中得到应用。那些对该学科有兴趣的学生，都可能成长为一个环境地质工作者。

如果有地质学或地理学基础，环境地质学的学习是较为容易的。但是，大多数学生可能缺乏这样的基础，为此本书首先安排了一些地质学基本原理知识的学习，便于初步认识地质作用与环境的相互关系。本书一个重要的目的是希望有助于不同学科学生拓展自己的知识视野，关注环境地质学领域，在以后的相关工作中应用该领域知识，共同营造人与自然的和谐关系。这些学科包括理科如化学、生物、地质、地理和物理；文科如人类学、经济学、人文地理学、文学、政治学和社会学等。

本书为2004年出版的《环境地质学》的修订版。新版本增加了“海岸灾害”和“全球气候变化”两章内容；其他章节的内容也做了很多修订，较为明显的是将环境地质学的基本概念做了删减并合并到第一章（基本原理与基本概念），在“洪水”篇章中增加了河流的基本知识。第2版的修编参照了国外相同教材的发展轨迹。另外，修订版中对一些常见的专业名称列出了相应的英文表达，并在每章后面加了关键术语；对每章的作业类型做了改进。

全书共14章，可以分为四个部分：第一部分包括第1~2章，第1章主要介绍环境地质学的基本原理与基本概念，指出了人口的指数增长是环境危机的首要问题，环境的保护需要伦理学规范；第2章介绍地球地质作用及物质组成如矿物、岩石、土壤和水等，强调地球是一个系统，提供必要的地质学基础知识。第二部分包括第3~8章，主要是阐述由于地质作用导致的环境地质问题，通俗地讲是自然地质灾害，包括地震、火山爆发、河流与洪水、岩土块体运动、海岸作用、水文地球化学分带与地方病。主要从概念、类型、影响因素、效应以及预防等方面阐述这些问题。然而，它们的发生，不乏人类活动的干预与诱发。第三部分包括9~12章，主要是阐述人类生产活动导致的环境问题，包括水资源开发利用、土地资源开发利用、矿产资源开发利用以及城市化引发

的环境问题。每一种资源的利用,会带来相应的或错综复杂的环境问题,其中又以城市化带来的问题更为集中。第四部分包括第13~14章,主要介绍了地球系统科学范畴的全球气候变化问题,阐述了全球温度变化的历史记录,以及全球变暖可能产生的效应;另外介绍了环境地质学相关的法律法规,强调了环境地质学在法律事务中的重要性。全书在每章的后面还附了关键术语(英文)、复习题、思考题,供读者在学习时参考。

由于环境地质学涉及的知识领域非常宽,同时在深度上要考虑到学生的知识结构与所学课程的承前启后,该书在修编过程中也花费了很多功夫,尽量体现多年来课程教育的积累,也力求反映现代科技发展。尽管如此,就目前来看书中仍然存在不少需要更新或补充的地方。这样的工作会持续下去,期望在后面的版本中逐步改进、完善。

书中有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者
2011年3月

第1版前言

本书共分13章：第1~3章是环境地质学的基本部分，介绍了学科的基本概念，对地球的自然系统进行必要的综述，并概述人类文明对物质世界的依赖性；第4~8章讨论了主要的五种地质灾害——火山活动、地震、洪水、滑坡、地方病，属于地质作用（自然因素）引起的环境问题，体现了自然对人类的作用；第9~12章主要讨论人为活动改变地质环境引起的环境问题，主要包括各种资源利用过程以及城市化带来的环境地质问题，是人类活动改变环境或超过了环境承载能力所带来的问题，通过论述各种地质资源的开发利用方式以及城市化进程，阐述引起的各种环境地质问题及相应的防治方法与措施；最后，第13章讨论了环境管理方面的规划、政策、决策，重点讨论了主要地质资源开发利用及与环境相关的法律法规，阐述了防御、减少各种问题的积极方法。为便于进一步了解我国资源与环境相关法律，本书附录了我国当前的环境保护法、矿产资源法、水法、土地管理法和固体废物污染防治法。

环境问题是全球普遍的问题，环境保护也是全球性的行动。环境保护工作不局限于某个学科或某个地域，不局限于哪些人、哪些地区，需要地球上每个人自发参与。我们生活在地球上，生活在地质环境里，几乎每天都听闻或目睹这样或那样的环境地质问题。关注、认识、接受面临的现实，增强大众环境保护意识，普及地质环境保护教育，并采取积极的态度来保护资源，保护环境，使人类社会能够健康发展，是我们编写本书的立足点。

本书的编写参照了国外教材编著的思路，翻译了国外教材的部分章节内容，结合我国实际情况，尽可能利用了网络电子图书资源。编著过程更多地注重数据与实例，尽可能地反映当前面临的主要环境地质问题，没有从理论上做更多深入阐述，其主要目的是对读者起引导作用，希望在学习与工作中更多地关注该领域存在的环境地质问题，增强环境保护研究与管理意识。

作为一本教材或参考书，该书适合于高等院校资源勘查工程、勘查技术与工程、水文与水资源工程、环境科学、土木工程等相近专业领域的学生为拓展知识面而使用，也适于科研机构或生产单位等部门的有关专业人员、管理人员参考。

本书的编写是建立在多年教学与科研实践基础上的，虽然花费了不少的精力，但由于我们知识面仍存在一定的局限性，书中肯定存在许多不足，敬请读者批评指正。

编 者

2004年2月

目 录

1 基本原理与基本概念	1
1.1 环境地质学概述	1
1.1.1 环境与地质环境	1
1.1.2 环境地质学的产生与发展	2
1.1.3 环境地质学概念及其研究内容	4
1.2 环境伦理	5
1.3 环境危机	6
1.4 基本概念	7
1.4.1 人口增长是首要的环境问题	7
1.4.2 可持续性	8
1.4.3 系统性	9
1.4.4 生态学、生态系统与生态平衡	10
1.4.5 自然系统的复杂性	12
1.4.6 资源的有限性	13
1.4.7 美学考虑	13
1.4.8 义务	14
1.5 小结	14
2 地球物质及其作用	16
2.1 地质学	16
2.2 地球的内部结构	17
2.2.1 地核	17
2.2.2 地幔	18
2.2.3 地壳	19
2.3 地质循环	19
2.3.1 构造循环	19
2.3.2 水文循环	20
2.3.3 岩石循环	20
2.3.4 生物地球化学循环	22
2.4 矿物	22
2.5 岩石	23
2.5.1 岩石类型	23

2.5.2 岩石构造	24
2.5.3 岩石力学	26
2.5.4 岩石的风化	27
2.6 土壤	28
2.7 重力运动	29
2.7.1 蠕动	29
2.7.2 滑动	30
2.7.3 下沉	30
2.8 水	30
2.9 风和冰	32
2.9.1 风	32
2.9.2 冰	33
2.10 小结	33
3 地震	35
3.1 地震的分布	36
3.1.1 全球地震的分布	36
3.1.2 我国地震的分布	37
3.2 地震的成因、过程与测量	38
3.2.1 早期思想	38
3.2.2 现代思想	39
3.2.3 地震过程	42
3.2.4 地震测量	43
3.3 地震的影响	44
3.3.1 建筑物毁坏	45
3.3.2 滑坡与崩塌	45
3.3.3 海啸	45
3.3.4 生命与财产损失	47
3.3.5 生态系统的破坏	47
3.3.6 心理创伤	47
3.4 地震预报与抑制	48
3.4.1 地震的监测	49
3.4.2 地震前兆	49
3.4.3 地震安全性评价	50
3.5 小结	51
4 火山活动	53
4.1 火山的活动与分布	53
4.2 火山的分类	54

4.2.1	活动期	54
4.2.2	活动类型	55
4.2.3	地形地貌	55
4.3	火山活动的影响	57
4.3.1	火山活动的益处	57
4.3.2	对气候的影响	57
4.3.3	灾变性爆发	58
4.3.4	熔岩流	58
4.3.5	火山灰流与炽热的火山云	60
4.3.6	有害气体	60
4.3.7	火山碎屑	60
4.3.8	火山泥流	60
4.3.9	火山爆发引发的洪水	61
4.4	火山活动的预警	61
4.5	我国火山活动的监测与研究	62
4.6	小结	63
5	河流与洪水	64
5.1	河流	64
5.1.1	河流剖面	65
5.1.2	河流比降与流量	66
5.1.3	河流沉积物	66
5.1.4	河流分级与水系类型	67
5.1.5	土地利用变化的影响	68
5.2	洪水	69
5.2.1	洪峰流量、重现期与洪水频率	69
5.2.2	上下游洪水泛滥	70
5.2.3	洪水的灾害效应	71
5.3	洪水形成的影响因素	72
5.3.1	气候环境	72
5.3.2	厄尔尼诺与拉尼娜现象影响	72
5.3.3	主要江河河水宣泄不畅	73
5.3.4	湖泊调蓄洪水能力严重下降	73
5.3.5	水土流失和崩、滑、流活动强烈	74
5.3.6	城市化影响	75
5.4	洪水防护及对策	75
5.4.1	防洪工程	76
5.4.2	河道修复	77
5.4.3	洪水保险业	77

5.4.4 洪泛区土地管理	79
5.4.5 灾害知识教育	79
5.5 小结	80
6 岩土块体运动	82
6.1 块体运动的类型	83
6.1.1 分类	83
6.1.2 不同类型间的关系	85
6.2 斜坡稳定性	86
6.2.1 作用力	86
6.2.2 影响稳定性的因素	86
6.3 人类开发活动的影响	89
6.4 灾害的监测与防治	91
6.4.1 监测	91
6.4.2 防治	92
6.5 小结	95
7 海岸灾害	96
7.1 海岸作用	96
7.1.1 波浪	96
7.1.2 海滩	97
7.1.3 激流	98
7.2 海岸侵蚀	99
7.2.1 我国的海岸侵蚀	99
7.2.2 侵蚀因素	101
7.2.3 海崖侵蚀	102
7.3 热带气旋	102
7.4 海岸灾害和工程建筑物	103
7.4.1 海堤	103
7.4.2 丁坝	104
7.4.3 防波堤和防浪堤	104
7.5 对海岸灾害的认识与作为	105
7.5.1 对海岸侵蚀的认识	105
7.5.2 如何对待海岸灾害	105
7.6 小结	107
8 水文地球化学环境分带与地方病	109
8.1 水文地球化学环境的地带性	109
8.1.1 酸性-弱酸性还原的水文地球化学环境	109

8.1.2	中性氧化的水文地球化学环境	110
8.1.3	碱性-弱碱性氧化的水文地球化学环境	111
8.1.4	酸性强氧化的水文地球化学环境	111
8.1.5	非地带性的水文地球化学环境	112
8.2	生物地球化学地方病病带	112
8.2.1	元素贫乏的生物地球化学地方病病带	112
8.2.2	元素过剩的生物地球化学地方病病带	113
8.2.3	非地带性的地方性甲状腺肿的分布	113
8.3	地方病	114
8.3.1	大骨节病	114
8.3.2	克山病	116
8.3.3	地方性氟中毒	117
8.3.4	地方性甲状腺肿	118
8.4	原生环境水文地质学的研究内容与方法	118
8.5	小结	120
9	水资源开发利用与环境地质	121
9.1	水资源状况	121
9.1.1	水资源概念	121
9.1.2	全球水资源状况	122
9.1.3	我国水资源状况	123
9.2	水资源开发利用与管理	124
9.2.1	水需求	124
9.2.2	水利用	125
9.2.3	水管理	127
9.3	水资源开发利用的环境问题	128
9.3.1	水资源枯竭	128
9.3.2	水质恶化	130
9.3.3	过量开采地下水引起地面变形	132
9.3.4	水利工程的影响	137
9.4	小结	141
10	土地利用与环境地质	143
10.1	全球可利用土地的状况	143
10.1.1	人均耕地迅速递减	144
10.1.2	土地质量日渐退化	144
10.2	我国土地资源利用特点	144
10.3	土地利用的环境地质问题	146
10.3.1	水土流失	146
10.3.2	土地荒漠化	149

10.3.3	土地盐渍化	150
10.3.4	土壤潜育化	151
10.3.5	耕地肥力下降	151
10.3.6	土地污染	152
10.3.7	盲目围垦	152
10.3.8	其他影响	153
10.4	应采取的主要管理措施	153
10.5	小结	155
11	矿产资源开发与环境地质	157
11.1	矿产资源分类	157
11.1.1	金属类	157
11.1.2	非金属类	159
11.1.3	能源类	160
11.2	矿产资源开发	167
11.2.1	地下开采	167
11.2.2	露天开采	168
11.3	矿产资源开发引起的环境问题	168
11.3.1	矿山废气、废水与废渣	169
11.3.2	岩溶塌陷及采空区塌陷	171
11.3.3	土地占用与土地退化	172
11.3.4	矿震	173
11.3.5	水均衡系统破坏	174
11.3.6	坡地失稳	174
11.4	小结	175
12	城市化与环境地质	177
12.1	城市化及其进程	178
12.1.1	城市化	178
12.1.2	世界城市化的历史进程	178
12.1.3	我国城市化进程	179
12.2	城市化与水	180
12.2.1	水资源在城市发展中的重要作用	180
12.2.2	城市水资源系统特征	181
12.2.3	城市化对水资源和水环境的影响	182
12.3	城市化与土地	184
12.3.1	城乡建设用地逐年扩大, 占用了大量耕地	184
12.3.2	地基扰动	185
12.3.3	工地开挖	186
12.4	城市化与固体废弃物	186

12.5 城市化与有害化学废料	189
12.6 小结	191
13 全球气候变化	193
13.1 全球变化与地球系统科学概述	193
13.2 全球气候变化研究的工具	193
13.2.1 地质记录	193
13.2.2 实时监测	193
13.2.3 数学模型	194
13.3 全球气候变化	194
13.3.1 温室效应	194
13.3.2 全球温度变化	197
13.3.3 气候变化的原因	198
13.4 全球气候变化的可能效应	200
13.4.1 气候类型	200
13.4.2 海平面上升	200
13.4.3 生物圈变化	201
13.4.4 减缓全球变暖的策略	201
13.5 小结	202
14 资源与环境法规	204
14.1 矿产资源法律法规	204
14.1.1 矿产资源的立法	204
14.1.2 矿产资源的主要法律规定	204
14.2 水资源的法律法规	208
14.2.1 水资源及其立法	208
14.2.2 水资源的法律规定	208
14.3 土地资源的法律法规	210
14.3.1 土地资源的立法	210
14.3.2 土地资源的主要法律规定	210
14.3.3 水土保持的法律规定	212
14.4 防治固体废物污染的法律法规	214
14.4.1 固体废物污染环境防治法的立法概况	214
14.4.2 防治固体废物污染环境的法律规定	214
14.5 防治其他有毒有害物污染的法律规定	216
14.5.1 控制化学物质污染的法律	216
14.5.2 控制农药污染的法律	218
14.6 小结	218
参考文献	220

1 基本原理与基本概念

本章将概略性介绍环境地质学的研究主体、研究内容及其产生与发展，强调人类在社会文化发展中应具有的环境伦理意识，认识环境危机形成的重要因素。本章还给出了环境科学的几个基本概念。

1.1 环境地质学概述

1.1.1 环境与地质环境

环境（Environment），是一切事物的集合体，可以分为自然环境与社会文化环境两大类。前者包括阳光、空气、水、土壤、野生动植物等等，这些自然产物与一定的地理条件相结合，即形成具有一定特征的自然环境，是人们赖以生存和发展的必要的物质条件；后者包括人类社会与文明的政治、经济、法律、宗教和美学等等。重要的是，这两个方面是分不开的，是相互影响、相互作用的。

20 世纪 90 年代初，我国地质学家张宗祜先生认为，地质环境（Geological environment）是指与大气圈、生物圈、水圈相互作用最直接、与人类活动关系最密切的部分岩石圈（图 1-1）。地质环境是有空间概念的，其上限是岩石圈的表面，其中所有的地质环境因子（主要包括岩石、土壤、有机成分、气体、地下水、微生物以及动力作用等）都积极地与大气、地表水体、生物界相互作用；其下限位置，取决于人类社会的科学技术发展水平，以及进入岩石圈内部的工业活动影响深度。比如，20 世纪 80 年代，前苏联在位于俄罗斯的科拉半岛（Kola Peninsula），采用最新钻探技术，打成了一口以探索地球深部信息为目标的超深钻井，其深度为 12262m，这是目前地球上最深的一口井；我国在 2001 年 8 月 4 日正式启动国际大陆科学钻探计划，一口直径 156mm、深 5000m 的深井在江苏省东海县毛北村正式开钻。2005 年 4 月 18 日，工程竣工，成功深入地下 5158m，取得了 5118m 的珍贵岩心和气流体样品，这项被人们称为“伸入地球内部的望远镜”的工程是亚洲最深的超深钻井工程。可是，对于平均半径为 6371km 的地球而言，此井连地壳也未穿透。

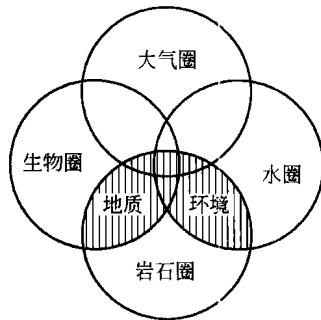


图 1-1 地质环境概念示意图

在当前的学科分类中，最早涉及地质与环境的学科是地质学与环境科学，前者是研究地球组成物质的科学，涉及地球物质的组成、结构、物理性质、动力学和演变历史，及其形成、运动和变化的过程；后者是 20 世纪 50 年代以后逐步发展起来的边缘学科，它是研究环境中物理、化学和生物组分之间相互作用的科学，更注重人类对自然环境的影响。简

单地理解,地质学与环境科学的有机结合,形成了环境地质学 (Environmental geology)。

1.1.2 环境地质学的产生与发展

追溯引起人们广泛关注的环境问题,是在 700 ~ 800 年以前,从用煤开始的。环境问题形成公害成为一个社会问题时,则是由 18 世纪末到 20 世纪初的产业革命引起的。从 20 世纪 30 年代至 70 年代期间,世界上由大气和水体污染造成的著名的八大公害——英国伦敦 (1952)、美国多诺拉 (1948)、比利时马斯河谷 (1930) 先后发生的烟雾事件,美国洛杉矶光化学烟雾事件 (1943),日本富山镉污染事件 (骨痛病, 1955 ~ 1972),日本九州水俣事件 (1953 ~ 1956),日本四日事件 (哮喘病, 1961),日本九州米糠油 (多氯联苯污染, 1968) 事件造成了许多人患病,有的终生残废,并导致数万人死亡。

早在 1864 年, George Perkins Marsh (1801 ~ 1882, 被认为是美国第一位环境保护论者) 就著作了《Man and Nature》, 认为人类日益强大且具有毁灭性的行为将使自己陷入逐渐退化的环境困境, 这样的言论似乎危言耸听。但是, 1939 年 Jacks 和 Whyte 的《消失的土地》、1948 年 Osborn 的《被掠夺的地球》以及 1956 年 Thomas 的《人在地表变化中的作用》等著作都持有相似的言论。环境地质学产生的影响人物见图 1-2。



George Perkins Marsh (1801~1882)



Aldo Leopold (1887~1948)

图 1-2 环境地质学产生的影响人物

美国威斯康星 (Wisconsin) 大学的从事野生动植物管理研究的教授奥尔多-利奥波德 (Aldo Leopold, 1887 ~ 1948), 在 20 世纪 50 年代早期, 鼓励美国人信奉 “土地伦理” (Land ethics), 这是一个敦促人们关注整个自然环境的新概念, 包括土壤, 水体, 动物和植物, 统称为 “土地”。土地伦理的意义在于, 地球是目前唯一的适合人群聚集的行星, 土地是地球上与人类关系最密集、接触最直接的自然资源, 需要人类来珍惜、保护、合理利用与和谐共处, 需要环境伦理学的教育与思考。

然而, 地球在发展过程中的某些变动也直接或间接地影响着人类的安全和生存。20 世纪全世界死于火山爆发、地震、滑坡、泥石流等地质灾害的人数达百万之多 (表 1-1)。