

# 环境地质学

潘懋

李铁锋

孙竹友  
编著

地震出版社

# 环境地质学

潘懋 李铁锋 孙竹友 编著

地震出版社

1997

## 内 容 提 要

环境地质学是地质科学与环境科学相互渗透并重新组合而形成的一门新的边缘学科,主要研究人类活动与地质环境间的相互作用和相互影响。本书以人-地关系为主线,系统介绍了环境地质学的基本理论、研究内容和工作方法。全书共分十章,在概述环境地质学的基本概念和理论体系的基础上,较详细地论述了各种地质资源的供求状况及其开发利用对地质环境的影响、地质灾害对人类生存环境的破坏、人类活动与地质环境的相互作用和影响、表生地球化学环境与人体健康的关系,最后以地质环境质量评价为主要内容讲述了环境地质学基本研究方法。

本书可作为高等院校地质科学、环境科学等专业本科生和研究生的教学参考书,亦可供从事环境地质、环境保护与环境规划研究的专业技术人员阅读。

## 环境地质学

潘 懋 李铁锋 孙竹友 编著

责任编辑:李洪杰

责任校对:耿 艳

\*  
地 震 出 版 社 出 版

北京民族学院南路9号

北京地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

\*  
787×1092 1/16 12.25印张 314千字

1997年8月第一版 1997年8月第一次印刷

印数 0001—1000

ISBN 7-5028-1418-3/P·882

(1852) 定价:19.00元

# 前 言

随着人口的剧增和工业化进程的发展,地球环境遭到不恰当的开发和破坏,使人类面临诸多环境问题。人们逐渐认识到发生于地球表层环境的全球性重大变化正在直接影响到人类生存和社会发展。1992年联合国第二届环境与发展大会通过了《21世纪行动议程》,使世人更加意识到环境保护的重要性和迫切性。20世纪90年代被联合国确定为“国际环境教育十年”和“国际减灾十年”。最近几届国际地质大会一再强调,为了解决当前许多环境问题,特别是全球性环境问题,地质学家应该为此做出贡献。当代地质科学比以往任何时候都更有能力研究和解决人类社会中的许多重大问题。同时,人类生存和社会发展对地质科学的要求也越来越高。许多国家的地质机构已把工作重点逐渐转移到环境地质调查、研究方面上来。

我国人口众多,经济上属于发展中国家,环境问题更加严重。许多环境问题是由于不合理利用各种地质资源、不断进行工程建设而造成的。目前,我国在环境地质研究方面,已开展大量调查工作,并取得许多重要成果。许多高等院校的相关学科纷纷调整专业方向,注重培养环境人才;传统水文地质、工程地质工作多数已被环境地质工作所代替,具有我国特色的环境地质学理论体系正在逐渐形成。

本书的编写集作者多年的教学经验和科研成果,同时参考了国内外大量的最新研究成果。全书共分十章,第一、二章分别介绍了环境地质学的基本概念、研究内容和环境地质学理论研究的几个前沿问题;第三、四、五、六章分别论述了土地资源、水资源、矿产资源和能源的供求状况及其开发利用对地质环境的影响,以及资源保护和持续利用;第七章介绍了地质灾害的特征及其对人类的影响;第八章叙述了几种主要人类活动与地质环境之间的相互作用和相互影响;第九章论述了地质环境与人体健康的关系;第十章以地质环境质量评价为主要内容论述了环境地质学的基本工作方法。

环境地质学的理论体系和研究方法正处在不断发展和完善之中,某些方面的研究和探索还远远不够。由于我们的水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正。在本书编写过程中,得到了许多同事的支持和帮助;书中图件由河北地质学院李艳秋老师清绘。在此向他们表示衷心感谢。

作 者  
1996年7月

# 目 录

## 第一章 绪论

第一节 环境地质学的研究对象、内容与分科	(1)
一、环境地质学的研究对象与任务	(1)
二、环境地质学的研究内容	(1)
三、环境地质学的分科	(2)
第二节 环境地质学的研究方法及与其他学科的关系	(2)
一、环境地质学的研究方法	(2)
二、环境地质学与其他学科的关系	(4)
第三节 环境地质学的发展简史	(4)
一、环境地质学的孕育阶段	(4)
二、环境地质学的创立阶段	(5)

## 第二章 环境地质学基本理论问题

第一节 地质环境的内涵与基本特征	(7)
一、地质环境的内涵	(7)
二、地质环境的基本特征	(7)
第二节 环境地质作用	(9)
一、自然地质作用	(9)
二、人为地质作用	(9)
三、人地关系与持续发展	(10)
第三节 环境地质学理论研究的几个前沿问题	(12)
一、全球变化问题	(12)
二、地球各圈层相互作用问题	(13)
三、陆水圈演化问题	(13)
四、地质环境工程	(13)
五、生态环境地质问题	(14)
六、地球表层系统非线性演化问题	(14)

## 第三章 土地资源与地质环境

第一节 土地资源与土地(壤)环境问题	(15)
一、土地资源的概念及其特征	(15)
二、土地资源状况	(16)
三、土地(壤)环境问题	(17)
第二节 土地利用对地质环境的影响	(18)
一、土地利用的负环境效应	(18)
二、土地利用的正环境效应	(24)

第三节	土地资源保护与持续利用 .....	(24)
<b>第四章</b>	<b>水资源与地质环境</b>	
第一节	水资源与水环境问题概述 .....	(26)
一、	水资源的概念及其特征 .....	(26)
二、	世界水资源的供应状况 .....	(28)
三、	水环境问题概述 .....	(29)
第二节	水体污染及防治对策 .....	(31)
一、	水体污染的基本概念 .....	(31)
二、	水体的主要污染物及其来源 .....	(33)
三、	污染物的环境水文地球化学效应 .....	(37)
四、	水体污染的危害 .....	(44)
五、	水体污染防治对策 .....	(44)
第三节	水资源开发对地质环境的影响 .....	(45)
一、	环境水文地质作用 .....	(45)
二、	水资源开发的负环境效应 .....	(47)
三、	水资源开发的正环境效应 .....	(55)
第四节	水资源保护与持续利用 .....	(55)
一、	水资源保护与持续利用的目标和内容 .....	(56)
二、	水资源保护与持续利用的对策 .....	(56)
<b>第五章</b>	<b>矿产资源与地质环境</b>	
第一节	矿产资源及其特性 .....	(60)
一、	矿产资源的概念及其特征 .....	(60)
二、	矿产资源的供给与需求 .....	(61)
第二节	矿产资源开发对地质环境的影响 .....	(65)
一、	概述 .....	(65)
二、	采矿对地质环境的影响 .....	(65)
三、	矿产开发影响地质环境的主要因素 .....	(69)
四、	矿山地质环境保护 .....	(70)
第三节	矿产资源保护与持续利用 .....	(74)
一、	矿产资源的保护 .....	(74)
二、	矿产资源的持续利用 .....	(75)
<b>第六章</b>	<b>能源与地质环境</b>	
第一节	能源与能源环境问题概述 .....	(77)
一、	能源的概念及其分类 .....	(77)
二、	常规能源的供给与需求 .....	(78)
三、	能源环境问题概述 .....	(81)
第二节	能源开发对地质环境的影响 .....	(83)
一、	能源与环境的关系 .....	(83)
二、	常规能源开发利用对地质环境的影响 .....	(84)

三、新能源开发及其对地质环境的影响 .....	(87)
四、中国能源环境问题的现状及特点 .....	(90)
第三节 能源环境对策与持续利用 .....	(92)
一、能源环境对策 .....	(92)
二、可持续发展的能源系统 .....	(93)
<b>第七章 人类活动与地质环境</b>	
第一节 工程活动与地质环境 .....	(96)
一、大型水利工程对地质环境的影响 .....	(96)
二、道路交通工程对地质环境的影响 .....	(99)
三、跨流域开发工程对地质环境的影响 .....	(100)
第二节 城市化与地质环境 .....	(101)
一、城市生态系统及其特征 .....	(101)
二、城市化与水环境 .....	(102)
三、城市化与地质灾害 .....	(104)
四、城市化与土地利用 .....	(105)
第三节 农业活动与地质环境 .....	(105)
一、农业化学化对地质环境的影响 .....	(106)
二、农业活动对土地资源的破坏 .....	(107)
第四节 人工废弃物处置与地质环境 .....	(107)
一、城市生活垃圾处置对地质环境的影响 .....	(107)
二、核废物处置对地质环境的影响 .....	(111)
<b>第八章 地质灾害</b>	
第一节 地质灾害概述 .....	(115)
一、地质灾害的概念 .....	(115)
二、地质灾害的类型及其特征 .....	(115)
第二节 火山活动与地质环境 .....	(117)
一、火山活动概述 .....	(117)
二、火山活动对人类的影响 .....	(119)
第三节 地震活动与地质环境 .....	(120)
一、地震活动概述 .....	(120)
二、地震活动对人类的影响 .....	(121)
第四节 斜坡变形破坏与地质环境 .....	(123)
一、概述 .....	(124)
二、崩塌 .....	(124)
三、滑坡 .....	(125)
四、斜坡变形破坏对人类的影响 .....	(128)
第五节 其他地质灾害 .....	(129)
一、泥石流 .....	(129)
二、地面塌陷 .....	(131)

三、地裂缝 .....	(132)
第六节 地质灾害防治与减灾 .....	(133)
一、地质灾害的预报与防治 .....	(133)
二、减轻地质灾害的对策 .....	(139)
三、地质灾害防灾、减灾的保证体系 .....	(140)
<b>第九章 地质环境与人类健康</b>	
第一节 表生地球化学环境特征 .....	(143)
一、地壳中的元素 .....	(143)
二、地表环境中元素的迁移转化 .....	(143)
三、地球化学环境的地带性特征 .....	(147)
四、人类活动对原生地球化学环境的影响 .....	(149)
第二节 表生地球化学环境与人体健康 .....	(149)
一、原生地球化学环境与人体健康 .....	(150)
二、环境污染对人体健康的影响 .....	(156)
<b>第十章 地质环境质量评价</b>	
第一节 环境质量评价概述 .....	(160)
一、环境质量与环境质量评价的概念 .....	(160)
二、环境质量评价的类型 .....	(160)
三、环境质量评价的原理和一般程序 .....	(161)
四、环境质量评价方法 .....	(162)
第二节 地质环境质量现状评价 .....	(166)
一、地质环境质量评价概述 .....	(166)
二、地下水环境质量现状评价 .....	(168)
三、城市地质环境质量现状评价 .....	(170)
四、区域地质环境质量现状评价 .....	(174)
第三节 地质环境质量影响评价 .....	(178)
一、环境影响评价概述 .....	(178)
二、地质环境质量影响评价的基本原则与方法 .....	(179)
第四节 环境地质区划与制图 .....	(181)
一、环境地质区划 .....	(181)
二、环境地质制图 .....	(182)



# 第一章 绪 论

## 第一节 环境地质学的研究对象、内容与分科

### 一、环境地质学的研究对象与任务

随着地球环境的不断恶化,人们已意识到所有的环境问题都与地质环境密切相关。一方面,大地构造循环、岩石循环、地球化学循环、水循环对大陆与海洋的分布和全球性气候变化起着决定作用,控制着地形地貌、岩石、矿物、土壤、水体的空间分布;另一方面,人类的生存离不开地质环境,人类活动又在改变着地质环境。人类与地质环境之间存在着相互作用、相互制约的密切关系。环境地质学就是研究人类活动与地质环境相互作用的一门新兴科学,其研究对象是人类社会与地质环境组成的体系。

环境地质学的任务是在研究地质环境各要素的基础上,着重研究人类活动与地质环境的相互关系;研究环境地质问题的发生、发展和演化规律;全面评价环境地质质量,拟定地质环境合理开发与保护的对策与方法,为实现人类与地质环境之间的和谐发展提供科学依据。

### 二、环境地质学的研究内容

环境地质学属应用地质学,研究内容十分广泛,一切与人类有关的地质环境问题都属于环境地质学的研究范畴。但目前环境地质学尚处在形成的初级阶段,对其所应包括的内容尚无统一认识。概括起来,其主要内容应包括下列几个方面:

#### 1. 全球变化的研究

由于人类工程经济活动的规模不断扩大、人类排放的废弃物数量逐年增加,对地质环境产生的影响也会愈来愈深远,地球作为人类生存的唯一场所显得“越来越小”,全球性气候变化、沙漠化、水资源短缺等环境问题的研究已受到国际地学界的普遍重视。

#### 2. 区域环境地质问题的研究

具体内容包括主要开发区环境地质调查与制图,区域环境地质背景条件分析,各种环境地质问题的调查与研究。在此基础上,对区域环境质量进行综合评价和预测,为国民经济规划服务。

#### 3. 资源开发环境地质问题的研究

主要研究人类、资源、地质环境之间相互作用、相互制约的关系。研究各种资源(矿产资源、水土资源、生物资源、风景资源等)的分布格局及其与地质环境的关系,研究资源的可采性及其开发利用对地质环境的影响,资源开发的综合调控机制和优化技术,保证地质环境向良性循环方向发展。

#### 4. 地质灾害研究

研究在内外动力地质作用下所产生的地质灾害,研究其形成机制和时空分布规律,对人类生命财产的危害及其预测预报技术和减灾防灾的措施以及灾后的恢复及重建方案等。

### 5. 城市环境地质研究

由于城市建设速度快、人口增长迅速,人类活动集中,对城市环境的影响作用较强,常形成特殊的环境地质问题,如“三废”污染,水资源开发引起的地面沉降、海水入侵等。因此,必须研究城市环境污染与破坏的原因、机制、防治措施,开展城市环境质量评价与趋势预测,为城市规划、城市建设服务。

### 6. 人类工程经济活动诱发的环境地质问题

目前大量的工程—技术活动对地质环境的影响程度越来越显著。由于工程技术活动多集中于人口聚集、经济建设活跃的地区,对这些地区带来的环境影响更为严重。因此,必须研究人类各种工程活动(建筑工程、采矿工程、水利工程等)与地质环境的相互关系,重点研究人类工程活动对地质环境的反作用及由此而诱发的各种地质灾害,对各类工程进行风险评价。

### 7. 医学环境地质研究

探索地质环境对人体健康的影响,特别要研究能引起人类某些疾病的发病率和死亡率增高的地质因素。同时,要研究各种污染物质直接或间接影响或危及人、动物的健康和生命的机制及防治措施。

目前环境地球化学研究已不限于地方性疾病,开始涉及人体必需元素或有害元素对生命作用的多方面研究。因此,环境地球化学、环境水文地球化学将在与生命科学的结合中不断丰富和发展。

### 8. 生态环境地质研究

研究和评价地质环境的变化对生态平衡的影响和作用,地质环境与生态环境之间的关联性规律。

## 三、环境地质学的分科

环境地质学是一门高度综合性的科学,由于它的研究领域十分广阔,所以正向许多新的分支学科发展。目前初具轮廓或正在发展中的分支学科主要有:①环境水文地质学;②环境工程地质学;③环境地球化学;④灾害地质学;⑤地震工程地质学;⑥地震水文地质学;⑦城市环境地质学;⑧农业环境地质学;⑨矿山环境地质学等。其中环境水文地质学的迅速发展,又进一步分化,向更低一级的分支学科发展,如区域环境水文地质学,污染水文地质学,医学水文地质学等。许多重大环境地质问题,如区域稳定性评价、滑坡、泥石流、诱发地震、地面沉降、海水入侵、岩溶塌陷、固体废物处理等,都已在全球范围内逐渐形成新的专门学科。

根据研究对象、内容的差异,以及学科的特点,可将环境地质学分为理论环境地质学、综合环境地质学、部门环境地质学、灾害地质学、社会环境地质学、环境地质技术方法等。

如果把环境地质学作为一门应用地质学,则按地质学基础性学科的分支,环境地质学可分为:环境水文地质学、环境工程地质学、环境地球化学、环境地貌学、环境矿产资源学等。

由于环境地质学是一门新兴学科,理论体系尚不完备,学科分支也还没有形成系统的科学体系。

## 第二节 环境地质学的研究方法及与其他学科的关系

### 一、环境地质学的研究方法

环境地质学是在地质科学、社会科学、环境科学和现代科学技术基础上发展起来的一门新

兴学科,其研究特点和工作方法所遵循的原则也与上述学科密切相关,概括起来体现在区域性、系统性、预测性、协调性和实用性等方面。环境地质学的研究方法必须与上述特点和环境地质学的研究内容相适应。

### 1. 自然历史分析法

自然历史分析法是传统地质学的基本研究方法,它也适用于环境地质研究。环境地质学所研究的对象,即人类—地质环境体系是在自然地质历史过程中形成的,而且随着所处条件的变化,还在不断地发展演化着。通过已有环境地质问题的形成条件、机制和环境地质作用的研究,类比预测未来可能产生的变化和问题,是人类能动调控人类—地质环境体系和保护改善地质环境的前提条件。因此,“由已知推未知”的自然历史分析法是环境地质研究必须遵循的基本研究思路。

### 2. 地球化学法

通过对化学物质在环境中的迁移转化规律的研究以及对矿物组成和结构特征的研究,探索地质环境的变化。如水土流失现象与风化过程相关,而风化速率又同组成岩石的矿物性质和外部水热条件有关,通过对矿物成分和物理化学性质的测定和研究,可以评价风化作用的进程。又如克山病、氟中毒等疾病的地区分布与某些环境地质因素相关,研究这种特定区域地质环境中化学元素的丰度及其在各个生态环节中的运动规律,有利于揭示人体健康与地质环境间的内在联系。

### 3. 系统分析方法

人类赖以生存和发展的地球,本身就是一个具有复杂圈层结构、层次分明的巨系统。在环境地质学的研究中,为了确定各种环境要素之间的关系,综合分析影响环境质量的地球内力、地表外力和人类活动三种营力之间的相互作用,统一宏观研究与微观研究的结果,必须应用现代数学原理和计算方法。运用一般系统论、控制论、耗散结构论、非线性动力学等理论,必将有助于全面揭示地球演变、海陆变迁、地震与火山活动机制、气候变迁、某些物种绝灭等一系列奥秘。通过重点剖析大气圈、水圈、岩石圈和生物圈、人类圈的相互作用,以及人类活动对全球环境和生态系统的影响,深入揭示全球变化的过程、机制和规律,为能源危机、生态破坏、环境污染和天灾人祸等全球性问题的系统根治提供有效的优化方案。

### 4. 地质制图方法

地质环境问题具有空间性、动态性和综合性。分析和表示环境地质问题,图上作业是一种有效的方法。环境地质图不仅能表示出某一时刻的环境状态,而且能揭示出随时间流逝所发生的系统效应变化。因此在环境地质图中,除了应用各种颜色和线条等制图语言外,还要有数字和数字符号。这些数字和数字符号同一定的环境数学模式相关联,因而可使图件与计算机联用,形成动态环境地质图。

### 5. 现代科学技术方法

现代及未来环境地质学研究,更普遍采用的方法和技术手段是观测和探测技术、测试与分析技术、模型与实验技术和资料信息的计算与处理技术。卫星遥感(RS)、全球数字地震台网、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、甚长基线干涉测量技术(VLBI)、加速器质谱测定技术等高新技术和手段为环境地质学从宏观到微观、从定性到定量、从浅部到深部、从地球到宇宙空间的全方位多层次的研究提供了广阔的前景。

总之,环境地质学研究应以系统分析法为主线,以信息方法贯穿始终,通过重点区域实地

考察、综合观测、模拟实验、剖析典型地质事件和生态环境事件等途径,直接获取环境变化的大量信息,并利用电子计算机进行信息加工处理,揭示地球表层系统与人类社会系统的演化规律和控制因素,阐明地表各圈层相互作用机制,预测地球表层未来变化的趋势。

## 二、环境地质学与其他学科的关系

地质科学以研究岩石圈作为主要对象,环境地质科学不仅研究岩石圈,而且还要研究岩石圈与大气圈、水圈、生物圈和“智慧圈”的相互关系。地质环境既受自然环境(主要包括大气环境、水环境与生态环境)的制约与影响,又与人类活动密切相关,所以环境地质学,既要研究地质环境与自然环境的相互关系,还要研究地质环境与人类或人类社会,即与社会经济系统之间的相互影响与相互作用。由此可见,环境地质学包括自然科学与社会科学的许多领域,涉及的范围非常广泛,而且错综复杂,因此,必须应用现代科学的新理论、新方法,如系统论、信息论、控制论,及相应产生的系统科学、信息科学和现代应用数学等,建立新的理论体系。

环境地质学作为地质科学中的一门新兴学科,是地质科学与环境科学两者互相渗透重新组合而形成的一门边缘学科。地质科学中的地层学、岩石学、地质构造学、第四纪地质学、水文地质学及工程地质学等的基本理论,仍然是环境地质学的基本理论。但要解决环境问题,地质科学的基本理论还必须与环境科学中的基本理论,特别是环境质量的基本理论和有关监测系统的基本理论,相互融合起来,形成新的理论基础。这就涉及到环境科学中有关环境管理学、环境控制学、环境监测学、环境工程学以及环境经济学等学科的基本理论,这也是目前建立环境地质学新理论体系中的一个薄弱环节。

由于环境地质学研究内容的高度复杂性,特别是许多有关因素的可变性与非确定性,所以既要应用复杂巨系统的理论进行系统分析,纳入系统工程的轨道,还要应用和引进国外正在发展中的非线性动力学以及耗散结构学等现代复杂理论,来创建新的理论体系,同时还需要配合诸如数值模拟、物理模拟等新方法和遥感、同位素等技术,建立遥控监测系统、数据库系统、专家决策系统等,开展环境发展趋势的预测预报。总之,环境地质学是正在迅速发展中的一门新学科,需要在认真总结实际经验与吸取最新理论的基础上,创立环境地质学的理论体系,逐渐形成一门完整的、系统的、独立的新学科。

## 第三节 环境地质学的发展简史

环境地质学成为一门独立的科学,虽然还只有 20 多年的历史,但是它的孕育过程却是源远流长,由来已久。人类在漫长的发展过程中,主要是通过生产和消费活动而逐渐扩大和加深自己对环境的认识,明确自己与环境的关系,并以日益丰富的知识充实环境地质学的内容,使它日趋完善地成长起来。

### 一、环境地质学的孕育阶段

人类是环境的产物,同时又是环境的改造者。随着时代的进步,人类开发、索取、改造活动不断增长,产生的环境地质问题也就越来越多,对人类的生命财产和生存环境带来了灾害,甚至破坏了自身的生存环境。

在开发地质环境和与地质环境恶化的现象作斗争的过程中,人们不断积累知识、总结经验,逐渐提高了对地质环境的认识,萌生了合理开发环境和保护环境的思想。中国古代大禹治水,开凿南北大运河,引浊放淤、排沟筑岸、建造台田等,都是合理开发利用地质资源和保护地

质环境的典型范例。公元前3世纪荀子在《天论》一文中提出：“从天而颂之，与制天命而用之”，即人可以征服、利用自然界，阐述了“制天命”的观点。

欧美部分国家在产业革命后，社会经济得到了很大发展，环境问题也随之大量涌现，引起了科学家的重视与警惕，开始了对环境和环境地质问题的研究与探索。

19世纪末，法国人文地理学家布拉什在其所著《人地学原理》中指出，人是一个积极的因素，自然环境提供了可能性的范围，而人类在创造他们的居住地的时候，又反过来按照他们的需要、愿望和能力来利用这种可能性。美国学者马什在1864年出版的《人和自然》一书中，论述了人类活动对森林、水体、土壤的影响，并呼吁开展自然保护运动。英国利物浦大学教授罗士培则引用了“协调”一词，“协调”既意味着自然环境对人类活动的限制，也意味着人类社会对环境的合理利用与保护。恩格斯在《自然辩证法》中也阐述了合理开发和保护自然环境的基本思想及两者的辩证关系，告诫人们必须节制开发活动，协调好人与自然环境的关系。

## 二、环境地质学的创立阶段

随着环境事件日渐增多和突出，进一步引起了国际社会的重视。1972年联合国召开了第一次人类环境会议，发表了《斯德哥尔摩人类环境宣言》，大大促进了环境调查研究工作的进程和环境科学的形成与发展。70年代以来我国学者编著出版了《环境科学》、《环境科学基础知识》、《环境学概论》等一系列著作。

地质环境是自然环境的主要组成部分之一，环境地质学是环境科学的组成部分，环境地质学与环境科学得到了同步发展。“环境地质”这一术语于60年代初期在国外出现，很快被广泛接受，并出现了专门性文献。P. H. Moser在1969年指出：“环境地质是应用地质学、水文地质学、工程地质学、地球物理学和其他相关科学的原理，来研究一个地区资源，如何为人类最大利益而得到发展”。1972年英国沃德和美国杜博斯发表的《只有一个地球》一书，从地球的未来前途出发结合人类社会、经济、政治等方面讨论了环境问题，呼吁人们明智地管理地球。进入80年代，环境地质学已初步形成为一门比较系统的学科，如美国E. A. Keller、D. R. Coates、L. W. Lundgren、R. W. Taak、C. W. Montgo Tery等人都曾著过《环境地质学》。但是，国外这些版本的《环境地质学》，其阅读对象似乎都是非地质专业人员，内容肤浅，类似于科普性质，对于专门从事环境地质工作的人来说，其阅读价值是有限的。

随着国内大量环境地质问题的出现，地质环境开发和保护方面要求的提高，以及国际环境保护交流工作的加强，我国环境地质学也开始创立并得到发展。中国地质学会于1987年3月正式成立了环境地质专业委员会，并召开了全国第一届环境地质学术交流会议，着重对区域环境地质、城市环境地质、地震地质灾害、环境水文地质、环境地质制图以及新技术、新方法在环境地质调查研究中的运用等进行了交流、讨论。1989年成立了中国地质灾害研究会，同时召开了地质灾害防治工作会议，讨论制定了《全国地质灾害防治工作规划纲要》(1990~2000)。自80年代中期开始，我国专门性或与环境地质有关的调查研究工作得到了广泛的开展，取得了大量成果，如：区域性环境地质图系编制和论证、城市环境地质调查研究、农业环境地质调查研究、重大或专项工程地质调查研究和地方病调查研究等。

本世纪80年代以来，环境地质学的理论与方法在我国进入了深入研究、讨论阶段。刘培桐、关伯仁于1980年提出：“环境地质学是环境科学的一个分支，以人-地系统为对象，研究其发展、组成和结构、调节和控制、改造和利用的学科”。刘东生、万国江等于1980年提出：“环境地质学是研究人类活动和地质环境相互作用的学科，是地质学的一个分支，也是环境地学的组成

引起的环境地质问题”。张宗祜于1988年提出：“环境地质应环境相互影响的学科”。“环境地质工作中,要考虑自然—工程与地质环境相互作用的可能范围”。陈梦熊于1995年环境科学两者互相渗透重新组合形成的一门新的边缘学

## 第二章 环境地质学基本理论问题

### 第一节 地质环境的内涵与基本特征

#### 一、地质环境的内涵

所谓地质环境,系指岩石圈上部及其表层风化产物,包括地球表层岩石圈和风化层两部分地质体的组成、结构和各类地质作用与现象。地质环境是具有一定空间概念的客观实体,它包含物质组成、地质结构和动力作用三种基本要素。地质环境的上限,是地表或岩石圈的表层;对地质环境下限位置的确定,目前有多种意见,大致可分为两类:一类是从人类活动对环境影响的角度衡量,把下限定为人类的科学技术水平和生产活动的的能力所能达到的地壳深部,另一类则是从环境对人类和其他生物的适宜性来衡量,其下限达到与区域地壳稳定程度有关的地壳深部甚至地幔。

地质环境是人类生存发展的基本场所,它构成了人类生活和生产条件的总体。这个总体对人类的作用可分为地质资源开发与地质体的利用两大类。前者包括矿产、地下水、旅游景观和土地等;后者包括地质体的物理、化学特征和空间以及它们对人类的适宜性等。人类和其他生物依赖地质环境而生存和发展,同时人类和其他生物的活动又不断地改变着地质环境的化学成分和结构特征。

地质环境与大气、水、生物,甚至宇宙空间也有密切的关系,它与大气圈、水圈和生物圈及宇宙环境进行着密切的物质交换和能量流动。这种物质循环与能量交换的关系常称为“地质作用”。它们之间是一个相互开放的系统,如果把地质环境作为主要研究对象,则应把大气、水、生物和宇宙视为地质环境的影响因素。

#### 二、地质环境的基本特征

##### 1. 地质环境的容量

地质环境的容量,即某个特定地质空间可能承受人类社会经济发展的最大潜能。人类所有生产和生活的消费物资,都是直接或间接地取自地质环境;人类在生产和生活过程中产生的一切废弃物,又都直接或间接地排放到地质环境之中。所以,地质环境的容量,可以用特定地质空间可能提供人类利用的地质资源量和对人类排放的有害废物的容纳能力来评价。

地质资源,指地质环境系统内可供人类利用的一切物质。随着科学技术的进步,这种资源的概念在不断地发展。在现阶段,至少有下列几个方面:①矿物资源;②能源资源;③建筑材料资源;④土地资源;⑤地下水资源;⑥地质景观资源;⑦地质空间资源等。这些地质资源,绝大多数是不可更新资源,使用后不能再生。水资源虽能得到更新,但其年可用量也是有限度的。所以,滥采、滥用地质资源,必将带来严重后果。

地质环境对人类排放的有害废弃物的容纳能力,取决于地下水、土壤和岩石对污染物的净化能力。水体、土壤、岩石对污染物质具有自净功能,通过这种自净功能,地质环境对外来的污染物质进行内部消化,起到自动调节的作用。

## 2. 地质环境的质量

地质环境的质量,在一定程度上,是由地球物理因素和地球化学因素决定的,其好坏对人类的生活和社会经济的发展都会有很大的影响。地质环境质量的好坏,可以由以下几个方面的条件评定。

### 1) 自然地质条件的稳定性

自然地质条件是决定地质环境质量的主要因素,其中最重要的有:地质构造的稳定性、地形稳定性、岩层性质、地质灾害情况。

### 2) 原生地球化学背景

地球上人类都处在一定的地球化学场的作用下。一定数量的钙、镁、钾、钠、碳、氮、氧、磷等元素及某些微量元素,是人体和其他生物体发育所必需的。环境中某些元素含量过高、过低,或存在对人体有害的其他元素,均会给人的健康带来危害。所以,环境的地球化学背景值是地质环境质量的一个重要标志。

### 3) 抗人类活动干扰的能力

地质环境脆弱的地区,抗人类活动干扰的能力很差,工程—经济活动稍有不慎,就可能使环境状况恶化。例如,处于半干旱气候带的华北平原,农田水利活动不当,很容易使土壤盐渍化加剧。

### 4) 受污染或受破坏的程度

人类对自然界的干扰日益扩大。现在,地球上几乎不存在未受人类活动影响的区域。天然的地质环境越来越少,人为因素对环境的影响越来越大,必须考虑人为因素对地质环境质量的干扰。其中,最主要的是废弃物对环境的污染,工程—经济活动对环境的破坏。

地质环境的整体质量取决于各组成要素的质量。但在评价地质环境质量的优劣时,除考虑各要素的平均状况外,还应找出质量最差的要素,并做出评价。因为,人类活动常常首先使质量最差的要素受到影响,从而引起环境的变异。

## 3. 地质环境的相容性

地质环境的相容性是指地质环境对人类外加的某种干扰的适应性。地球上各种不同地质环境,其发生、发展受地质构造、岩性、水文、地质作用和地形条件控制。每一类地质环境,都是一种具有自身特征和功能的地质空间,它们对各类工程活动的相容性是不一致的。因此,对人类活动的干扰,表现出不同形式的反应。

地质环境对人类活动的干扰有两种不同的反应趋势——良性和恶性反应。良性反应表现为,在人类活动作用下,地质环境向着稳定有利的方面发展。如在潜水位高的沼泽地和盐碱地上进行人工排水,降低地下水位,加上施放有机肥料等措施,盐碱地可以逐渐转变成好地。而在有些地区,人类活动不当,地质环境将出现恶性反应趋势。如在黄土高原地区,脆弱的地质环境受到盲目采伐、开垦坡地、破坏植被等人类活动的作用,会加剧水土流失,使环境向着不毛之地的方向发展。应当指出,在同一类地质环境系统内,不同的工程活动,可能产生两种截然不同的反应趋势,这取决于人类活动与该地区各种环境要素之间的作用性质。

### 4. 地质环境的反馈作用

地质环境的反馈作用,即地质环境受人类活动干扰后,对这种干扰作出某种反应的作用。地质环境的反馈作用是环境地质学的重要理论基础。

地质环境较容易受到人类活动影响。当人类活动的规模和强度超过了地质环境的承受极



限后,必然导致地质环境发生变化,对人类活动做出反应。其实质就是地质环境在人类作用力影响下,对物质和能量的输入与输出的动态平衡关系进行调整。当人类作用力不大时,通过地质环境内部的调节能力,对外界的冲击进行补偿和缓冲,就可以完成这种调整过程,维持地质环境系统的稳定性,表现为不易觉察的“隐蔽的”形式;当人类作用力增大,超过其自身的调节能力时,地质环境只有通过剧烈的变动,才能建立起新的平衡关系,反馈就以“显露的”形式表现出来。

研究地质环境的反馈作用,是准确预测环境变化的基础,是环境地质学的核心问题。但是,人们至今对地质环境系统各要素之间的相互作用、相互依赖的复杂关系,能量的转换,平衡关系等反馈作用机制,尚未完全认识,有待进一步探讨和研究。

## 第二节 环境地质作用

一般而言,环境地质作用主要指人类与地质环境间的相互作用,具体包含:①各种自然地质因素、自然地质现象对人类的作用,即自然地质作用;②人类活动对地质环境的作用与反作用,即人为地质作用及上述地质环境的反馈作用。本节重点讲述人为地质作用以及人地关系问题。

### 一、自然地质作用

传统地质学认为,自然地质作用是地质动力引起的,两种基本类型的作用——内动力地质作用和外动力地质作用,推动着地壳的运动和发展。内动力地质作用,有构造运动、岩浆活动、地震以及变质作用;外动力地质作用包括风化、剥蚀、搬运、沉积和成岩作用等。这两种基本地质作用控制和改变着地球表面的结构和形态。

### 二、人为地质作用

在人口暴增、社会生产力和科学技术飞速发展的情况下,地球表面受到了人类活动的强大冲击,人类活动已成为使地球表面发生变化的又一动力,产生了其规模与速率都可以同天然地质作用相比拟的人为地质作用。

人为地质作用是环境地质学的重要研究内容。人类活动的地质作用意义,随着社会经济的发展 and 科学技术的进步也不断扩大。当前条件下,人为地质作用的表现形式主要有以下几个方面:

#### 1. 人为剥蚀地质作用

矿山剥离盖层,工程挖掘土石,农业平整土地等,都在很大程度上破坏地壳组成物质,改变地表形态,其地质效应同天然外动力引起的剥蚀作用完全一样。在这些区域内,人为剥蚀作用的强度与速率甚至要比天然剥蚀作用强大得多。

#### 2. 人为搬运地质作用

人类在工程活动中,每年要移动许多地壳物质,有的是为了某种需要利用运输工具加以搬运,如填筑地基、采矿、场地开挖等;有的是由于人类对资源的不合理开发活动,造成地表物质的迁移,如盲目砍伐森林、过度放牧等引发水土流失。据估计,人类活动每年搬运的物质总量已超过了全球水流的搬运强度。天然水流的搬运作用,一般将风化产物从上游搬向下游,所搬运物质的大小,随水流携带能力的消耗而变化。人为搬运作用可以把物质从低处运到高处,其物质大小和流向一般随需要和人的意志而变化。